

# Svrchní paleozoikum

## Karbon

- (carboniferous - uhlonosný)
- báze = *Siphonodella sulcata*, profil La Serre, Montagne Noire, Francie
- MISSISIP + PENNSYLVAN
- biostratigrafie = konodonti, amoniti, foraminifery, brachiopodi, koráli, flóra (kaprad'osemenné
- stratotypy = Belgie, Německo, Francie

## Perm

- Permská gubernie, Rusko
- báze = *Properrinites*, *Pseudoschwagerina*, kaprad'osemenná rostlina *Calopteris conferta* první výskyt „izolovaného nodulárního“ morfolotypu konodonta *Streptognathodus "wabaunsensis"*, Aidaralash, severní Kazachstán.
- báze triasu (konec permu) – první výskyt konodonta *Hindeodus parvus*, profil Meishan, Changxing, provincie Zhejiang, Čína.
- biostratigrafie = konodonti, amoniti, foraminifery, brachiopodi, vyšší rostliny
- stratotypy = Německo
- Rotliegendes + Zechstein

### Radiometric Dating:

Zircon dating of the "White Clay" (Bed 25) using SHRIMP (ion-microprobe) dating gave a  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age of  $251.2 \pm 3.4$  Ma. Using incremental-heating  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  analysis of sanidine grains (100-150 $\mu$  across) extracted from the "White Clay", obtained a plateau date of  $249.91 \pm 0.15$  Ma

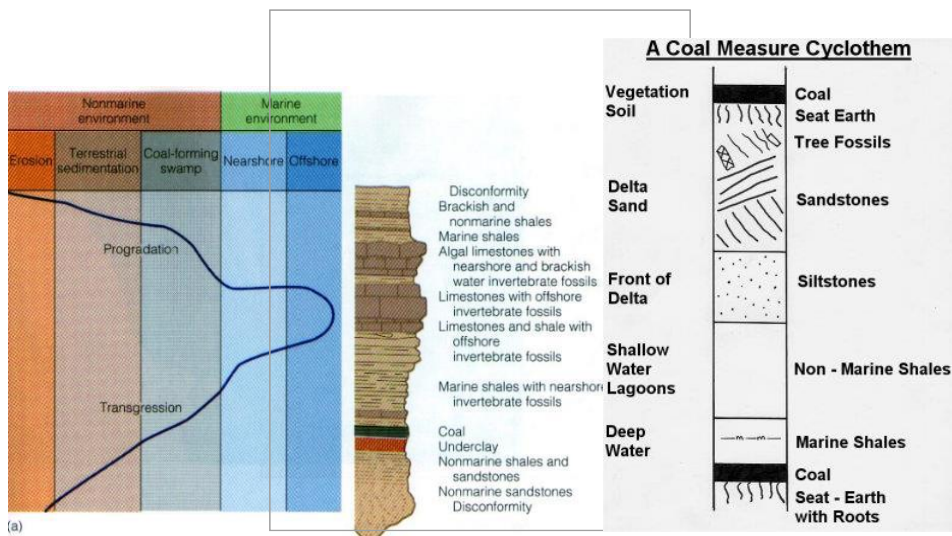
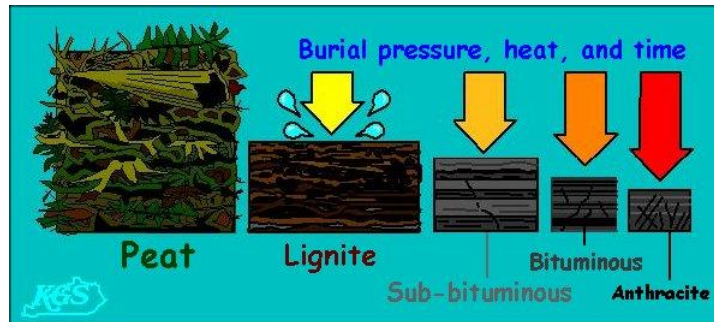
STÁŘÍ (Ma)	ERATEM		ÚTVAR	ODDĚLENÍ	STUPEŇ
245	PALEOZOIKUM	SVRCHNÍ PALEOZOIKUM	PERM	SVRCHNÍ	thuring
286				SPODNÍ	saxon
			autun		
			KARBON	SVRCHNÍ	stephan
					westphal
SPODNÍ				namur	
				MISSISSIP	visé
tournai					
360					

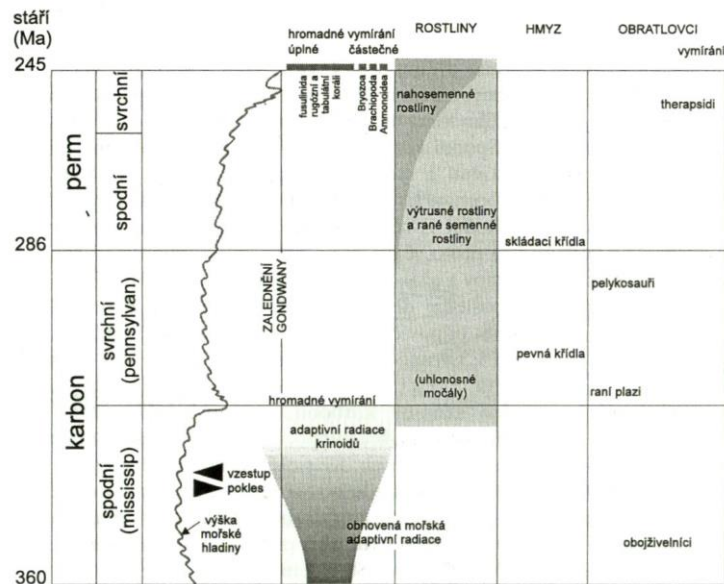
Obr. 50. Základní členění svrchního paleozoika v Západní Evropě, oddělení mississip a pennsylvan se vyčleňují na severoamerickém kontinentu.

Ph	Paleozoic	Permian	Lopingian	Changhsingian	251.0 ±0.4	
				Wuchiapingian	253.8 ±0.7	
			Guadalupian	Capitanian	260.4 ±0.7	
				Wordian	265.8 ±0.7	
				Roadian	268.0 ±0.7	
			Cisuralian		270.6 ±0.7	
				Kungurian	275.6 ±0.7	
				Artinskian	284.4 ±0.7	
				Sakmarian	294.6 ±0.8	
				Asselian	299.0 ±0.8	
	Carboniferous	Pennsylvanian	Upper	Gzhelian	303.9 ±0.9	
				Kasimovian	306.5 ±1.0	
			Middle	Moscovian	311.7 ±1.1	
			Lower	Bashkirian	318.1 ±1.3	
		Mississippian	Upper	Serpukhovian	326.4 ±1.6	
			Middle	Visean	345.3 ±2.1	
			Lower	Tournaisian	359.2 ±2.5	

### Typické karbonské facie

- 1) **Uhelný vápenec (Kohlenkalk)** – calcareous lagae, crinoids, foraminifers, brachiopods, bryozoans and corals
- 2) **Kulmská facie** – Carboniferous flysch, alternation of greywackes, conglomerates and shales
- 3) **Uhelné cyklotémy** – paralic and limnic basins. Paralic basins - cyclothems





Obr. 51. Hlavní události svrchního paleozoika. Upraveno podle Stanley (1992).

## Paleogeografie a tektonické procesy

### Kontinenty

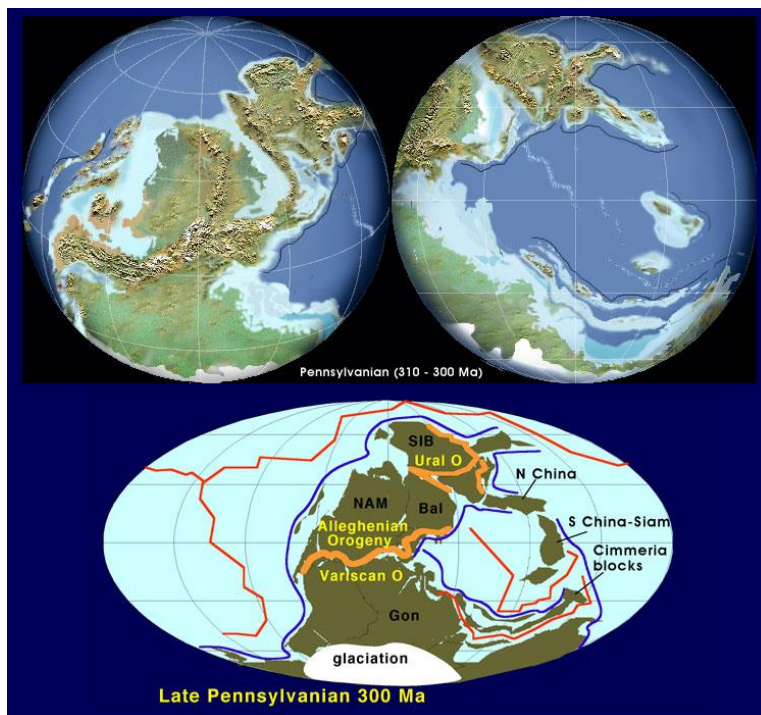
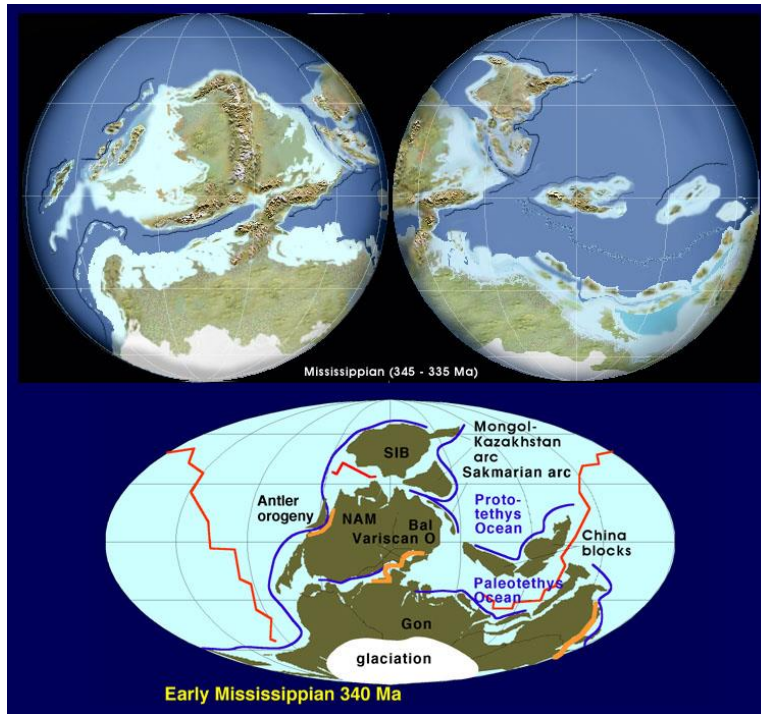
- **Gondwana** - (jižní amerika, afrika, indie, arabský poloostrov, austrálie, antarktida)
- **Laurussie** (severní amerika)
- **Siberia** (asijská část ruska)
- **Kazašský kontinent** (jižní rusko a střední asie)
- **Perigondwanské mikrokontinenty a terány** (Armorika, Iberský kontinent, Moldanubický kontinent - variská orogeneze)
- **Kimerský superterán**

### Oceány

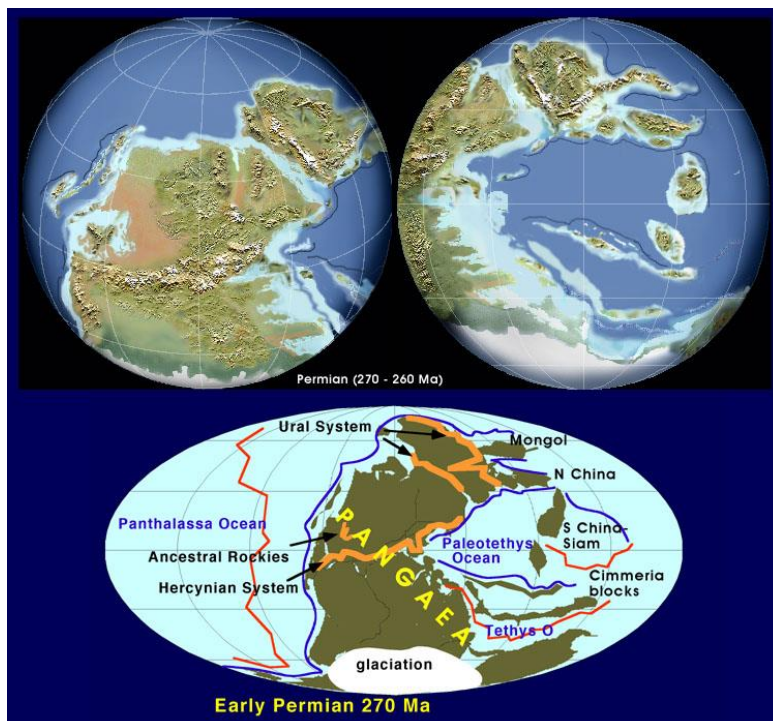
- **Rheický ocán**
- **Paleotethys**
- **Tethys**
- **uralský oceán**

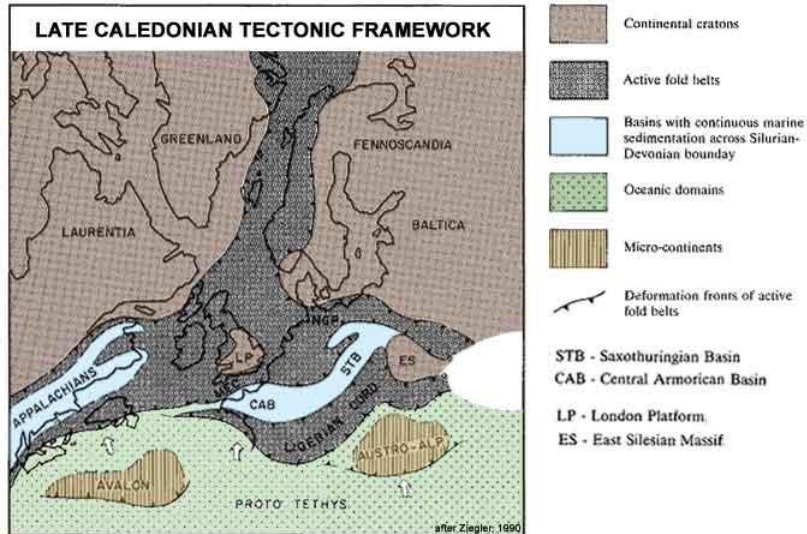
**PANGEA**

**PANTHALASSA**









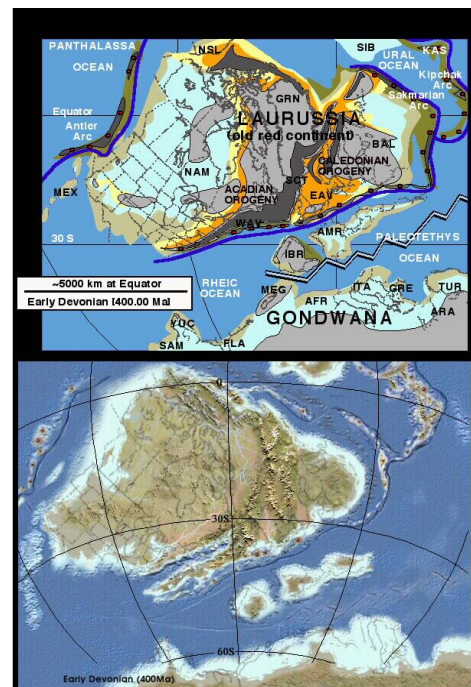
## End of Caledonian orogeny Prelude to Variscan orogeny

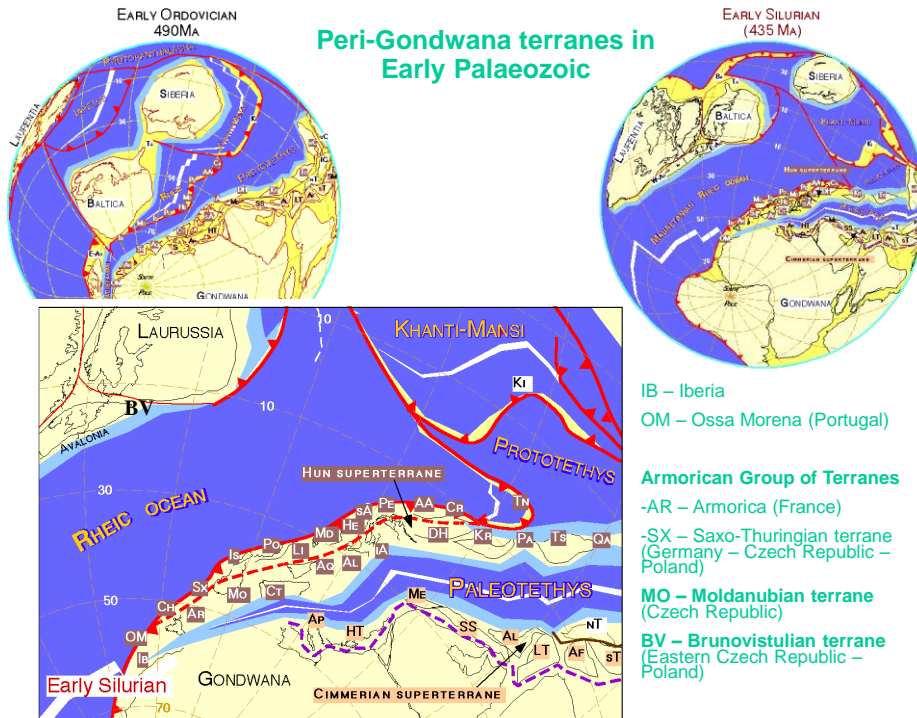
Early Devonian (400 Ma)

- Laurussia
- Gondwana
- Perigondwanan microcontinents
  - IBR – Iberia
  - AMR – Armorican terrane
  - MEG – Meguma terrane

Rheic Ocean

Palaeotethys Ocean





### Rheic ocean

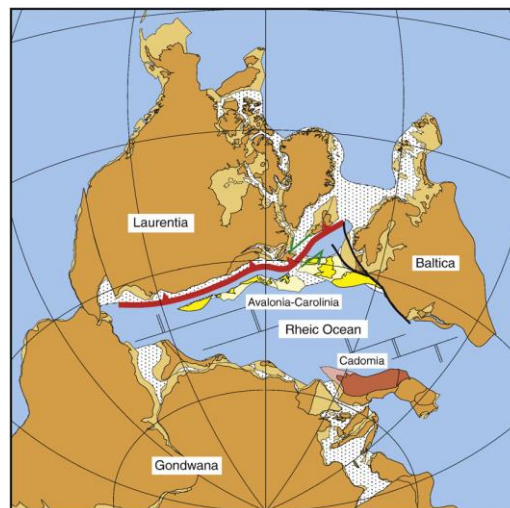
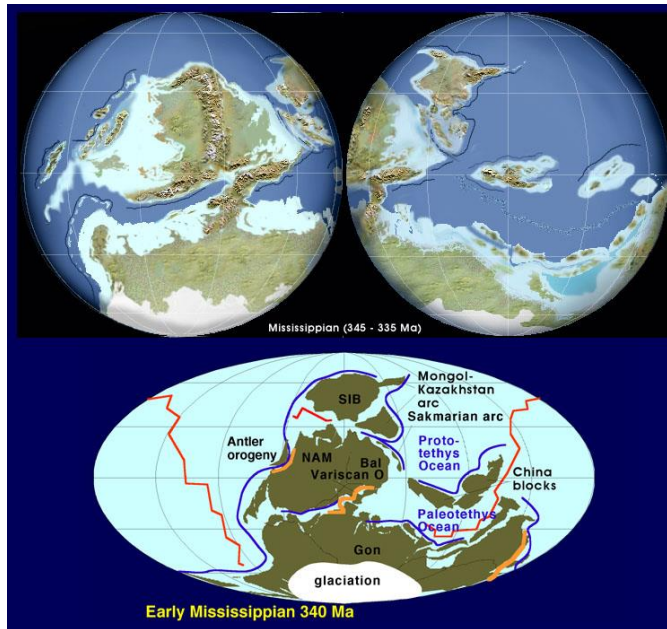


Fig. 1. Early Silurian reconstruction of the Rheic Ocean immediately prior to the closure of Iapetus by way of subduction beneath Laurentia (toothed red line). Stippled areas denote inferred regions of thinned and/or anomalous thickness of continental and arc crust (simplified after Pickering and Smith, 1995, with Cadomia placed adjacent to Gondwana). Rheic ridge-transform system purely schematic. Heavy black lines trace Tornquist suture zone.

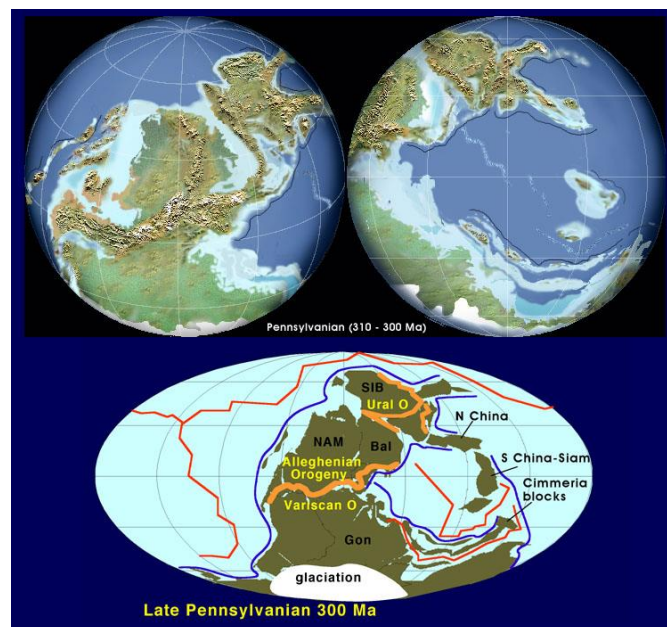
Nance et al., 2010. Gondwana  
Research 17, 194-222



## Early Mississippian: 340 Ma



## Late Pennsylvanian: 300 Ma



## Variská orogeneze

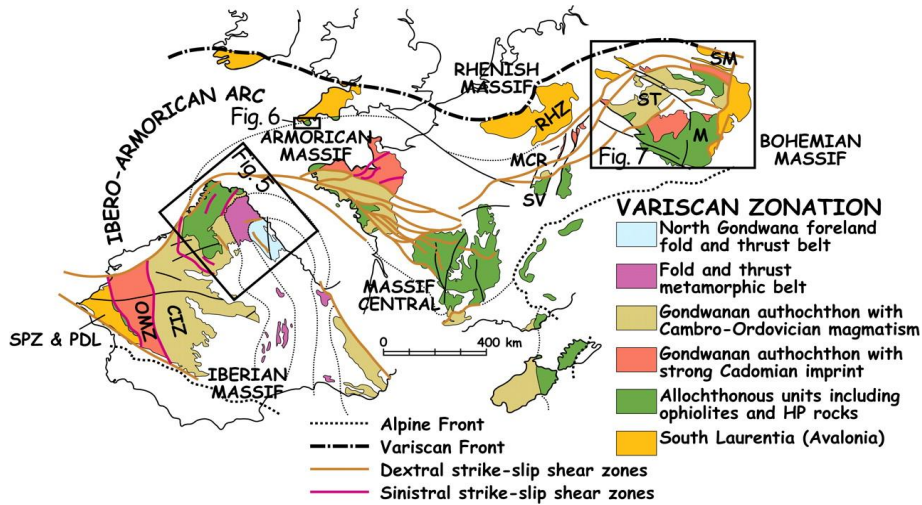
### Fáze variské orogeneze

**variská mobilní zóna: kolizní události v oblasti  
Paleotethys (kolize perigondwanské mikrokontinenty -  
Laurussie, finální kolize Gondwana - Laurussie)**

- bretonská fáze (D/C, evropa)
- sudetská fáze (sp. C / sv. C, evropa)
- krušnohorská fáze (namur-westphal, evropa)
- asturská fáze (westphal/stephan, evropa)
- saalská fáze (perm, evropa)
- falcká fáze (perm, evropa)



## Zones of the Variscan orogene in Europe



## Rheic ocean and Rheic suture in the European Variscides

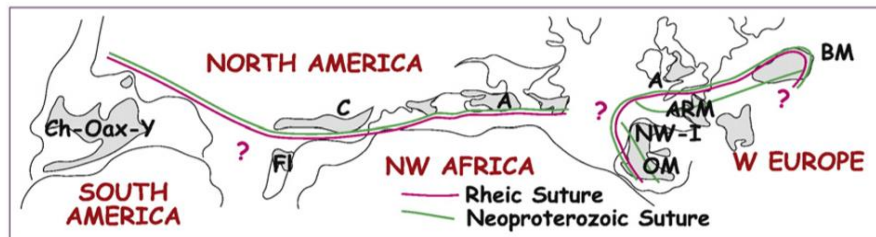


Fig. 3. Location of Rheic suture on Early Mesozoic reconstruction of the North Atlantic and its close correspondence with sutures associated with the accretion of arc terranes to the northern Gondwanan margin in the Late Neoproterozoic (from Murphy et al., 2006a). Abbreviations: A = Avalonia, Arm = Armorica, BM = Bohemian Massif, C = Carolina, CAD = Cadomia, Ch = Chortis, FI = Florida, NW-I = northwest Iberia, Oax = Oaxaquia, OM = Ossa Morena, Y = Yucatan.



Rheic ocean and Rheic suture in the European Variscides

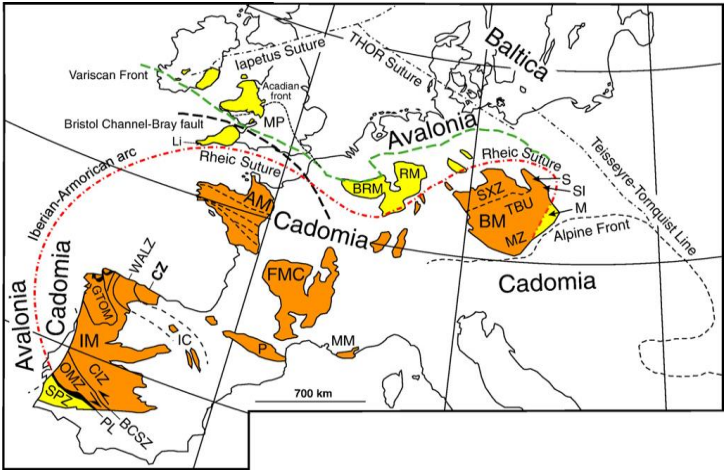


Fig. 5. Location of the Rheic suture with respect to Cadomian and Variscan Massifs in southeastern and central Europe (after Linnemann et al., 2007). Abbreviations: (1) Iberia—BCSZ=Badajoz-Cordoba Shear zone, CIZ=Central Iberian zone, CZ=Cantabrian zone, IC=Iberian Chains, IM=Iberian Massif, GTOM=Galicía Trás-os-Montes zone,MM=Maures Massif, OMZ=Ossa-Morena zone, P=Pyrenées, PL=Pulo de Lobo oceanic units, SPZ=South Portuguese zone, WALZ=West Asturian Leonese zone, (2) Western Europe—AM=Armorican Massif, FMC=French Massif Central, Li=Lizard Ophiolite, (3) Central and Eastern Europe—BM=Bohemian Massif, BRM = Brabant Massif, M=Moravo-Silesian zone, MP=Midland Platform, MZ=Moldanubian zone, RM=Rhenish Massif, S=Sudetes, Si=Sleza ophiolite, SXZ=Saxo-Thuringian zone, TBU=Teplá-Barrandian Unit. Black= oceanic rocks of the Pulo de Lobo suture (Beja-Acebuches ophiolite) in southern Iberia and ophiolitic units of allochthonous complexes in NW Spain (Galicia).

Nance et al., 2010. Gondwana Research 17, 194-222

Tectonic style: Rhenohercynian Zone, Ardennes, South Wales to South Cornwall

314

U. Kroner, R.L. Romer / Gondwana Research 24 (2013) 298–329

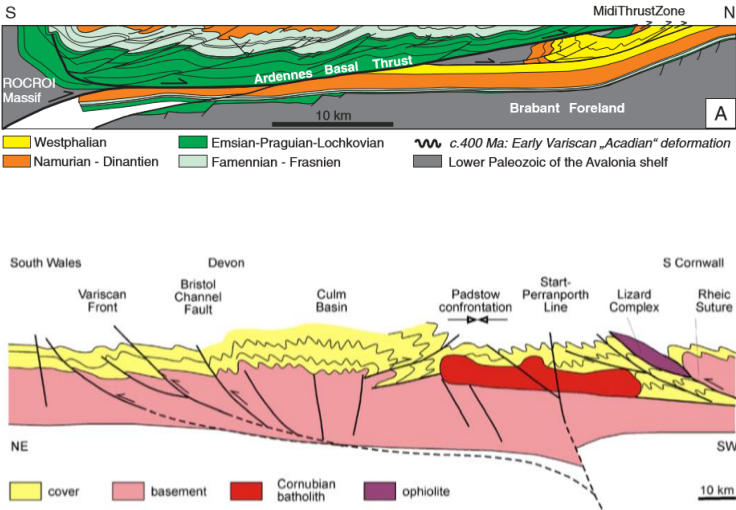


Fig. 9. Cross section from South Wales to south Cornwall, showing the main structures from the Variscan deformation. Modified from Warr (2000).

U. Kroner, R.L. Romer / Gondwana Research 24 (2013) 298–329

Nance et al., 2010. Gondwana Research 17, 194-222

## Tectonic style: Rhenohercynian Zone, Rhenish Massif

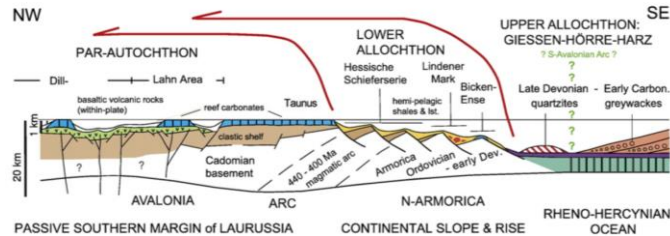


Fig. 4. Palinspastic reconstruction of the southern passive margin of Laurussia and the Rhenohercynian Ocean during the Late Devonian and Early Carboniferous, modified after Franke (2000). Green question marks indicate the position of the notional "South Avalonian Arc" of Eckelmann et al. (2014), see Section 5.

Franke et al. 2017. *Gondwana Research* 48 258–284

## Bohemian Massif

A tectonic collage of Variscan zones

Palaeozoic volcano-sedimentary complexes in two main units:

-Moravo-Silesian Zone (Subvariscan Zone + Rhenohercynian Zone)

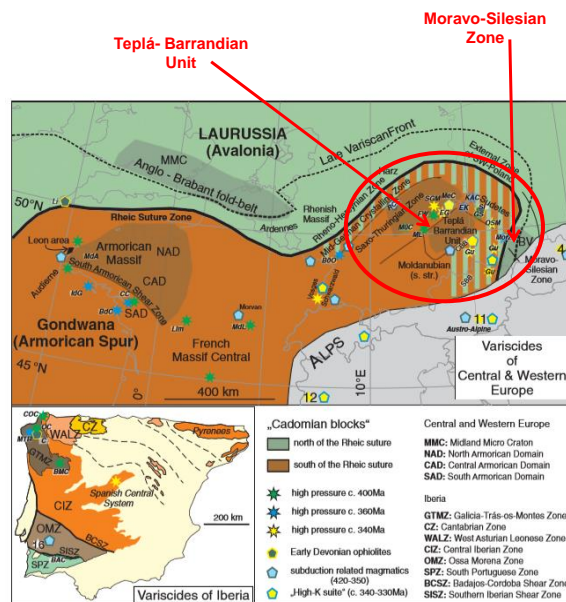
-Teplá-Barrandian Unit (Saxothuringian Zone)

-Moldanubian Zone

Rheic suture in between

Modified by final shearing due to docking of the "Armorican Spur"

Fig. 3. Geological sketch maps of selected areas of the Variscan orogen. (Central and Western Europe modified from Kroner et al. (2008); Iberia modified from Ahalos et al. (2002); Morocco modified from Michard et al. (2010). Abbreviations: BAC — Beja Acebuch Complex, BdC — Bois de Cené, BMC — Braganca & Morais Complex, BoO — Bollsteiner Odenwald, BV — Bruno Vistulian block, C — Carcén ophiolite, CBB — Central Bohemian Batholith, CC — Champocéaux Complex, COC — Cabo Ortegal Complex, EG — Erzgebirge, EK — East Krkonose, FW — Frankenberg & Wildenfels, GS — Gory Sowie, Gu — Gföhl unit, IdG — Ile de Groix, KAC — Kaczawa Accretionary Complex, Li — Lizard Complex, Lim — Limousin, MdA — Monts d'ArréeMdl — Montsdu Lyonnais, MeC — Meissen Intrusive Complex, ML — Marianske Lazne, MorZ — Moravian Zone, MTB — Malpica-Tuy Band, MuC — Münchberg Complex, OC — Ordennes Complex, OSM — Orlica-Snieznik Massif, RCC — Ruhl Crystaline Complex, SGM — Saxan Granulite Massif, SI — Slezka ophiolite.



U. Kroner. R.L. Romer / *Gondwana Research* 24 (2013) 298–329

## Bohemian Massif in Middle Devonian palaeogeography

### Moravo-Silesian Zone

→ Brunovistulian terrane,  
Avalonia, s. margin of  
Laurussia

passive continental margin

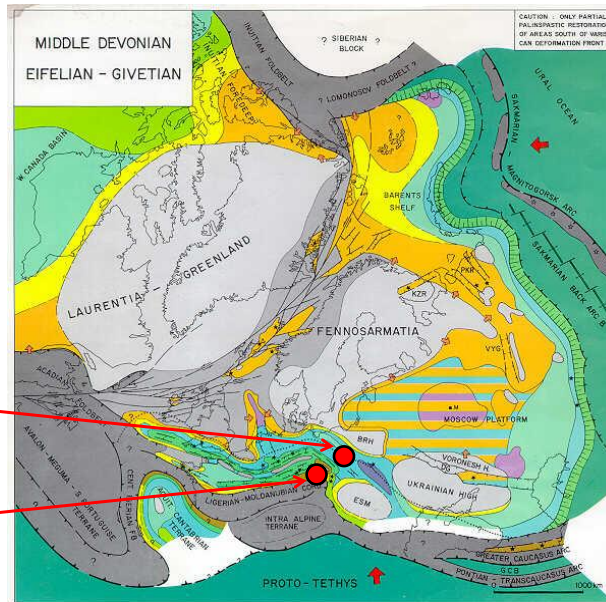
### Teplá – Barrandian Unit

→ Moldanubian terrane,  
Armorican group of terranes

synorogenic sedimentation,  
early phases of Variscan  
orogeny

Moravo-Silesian  
Zone

Teplá- Barrandian  
Unit



## Bohemian Massif in Late Devonian palaeogeography

### Moravo-Silesian Zone

→ Brunovistulian terrane,  
Avalonia, s. margin of  
Laurussia

passive continental margin –  
foreland basin

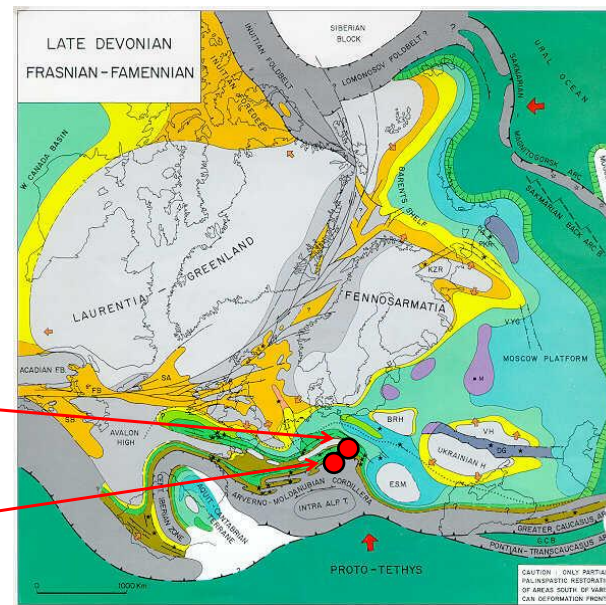
### Teplá – Barrandian Unit

→ Moldanubian terrane,  
Armorican group of terranes

Basin inversion, deformation  
and erosion

Moravo-Silesian  
Zone

Teplá- Barrandian  
Unit





## Bohemian Massif in Early Carboniferous palaeogeography

### Moravo-Silesian Zone

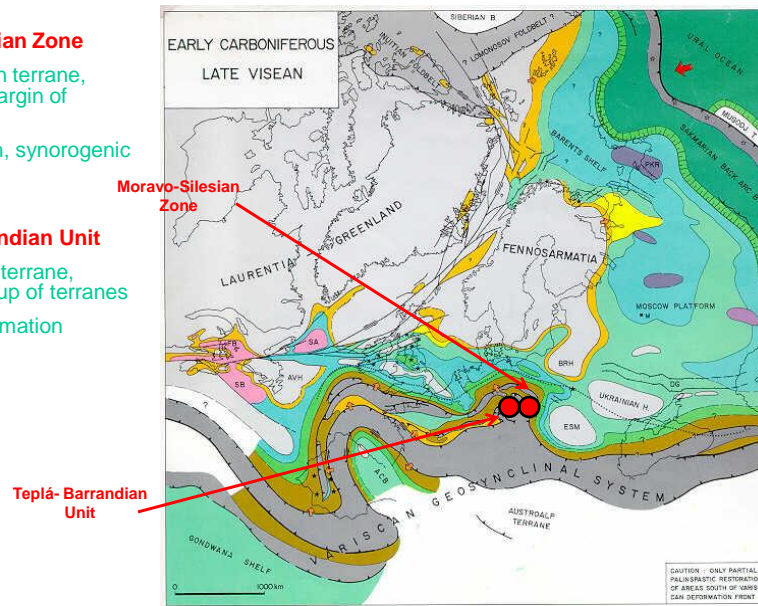
→ Brunovistulian terrane,  
Avalonia, s. margin of  
Laurussia

Foreland basin, synorogenic  
clastics

### Teplá – Barrandian Unit

→ Moldanubian terrane,  
Armorican group of terranes

Variscan deformation



## Armorican spur

Fig. 8. Two-plate model of the Variscan orogeny (540–300 Ma). For detailed explanation see text. A–C. The evolution of the Armorican Spur coeval with the post-Cadomian formation of the Rheic Ocean in peri-Gondwana (A, B) is eventually followed by the subduction of the Rheic Ocean during convergence between Laurussia and Gondwana (C).

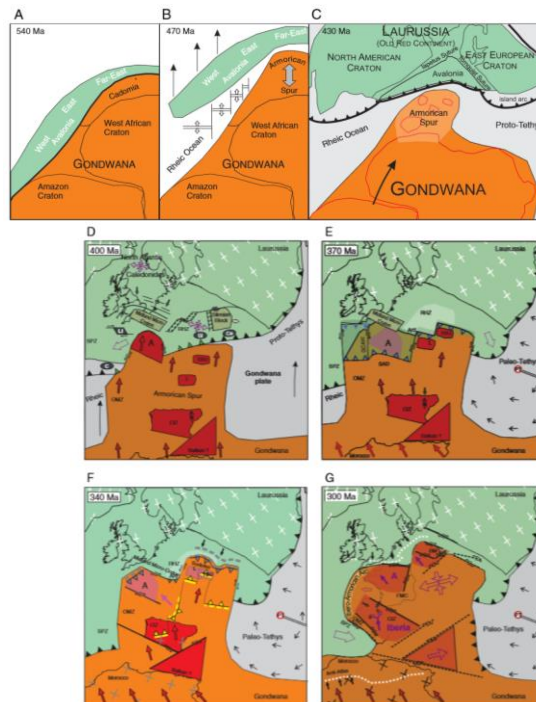
D: Initial collision of the Armorican Spur and Laurussia between Armorica (A) and the Midland Micro-Craton respectively.

E: Variscan subduction accretion stage and the evolution of the Variscan Subduction Zone

F: Intracontinental subduction stage at 340 Ma. Note that the subduction zones of the Variscan Subduction Zone System 3 (VSZS III; yellow triangles) are spatially unrelated to the VSZS I and VSZS II.

G: Late-Variscan transpressional stage of the orogeny. Lateral escape of lithospheric blocks is responsible for the final arcuate shape of the orogen and the transformation of the passive continental margin in an active one along the Paleo-Tethys side of the Armorican Spur.

C — Careón; Li — Lizard; SI — Sleza; Ca — Carpathian;  
TBU — Teplá-Barrandian Unit; L — Lausitz; CIZ —  
Central Iberian Zone; OMZ — Ossa Morena Zone; SPZ —  
South Portuguese Zone; RHZ — Rheno-Hercynian Zone. A — Armorica; GCAW — Galicia Cornwall Accretionary Wedge; SAD — South Armorian Domain; Ard — Ardennes; RHZ — Rheno-Hercynian



U. Kroner, R.L. Röhler / Gondwana Research 24 (2013) 298–329



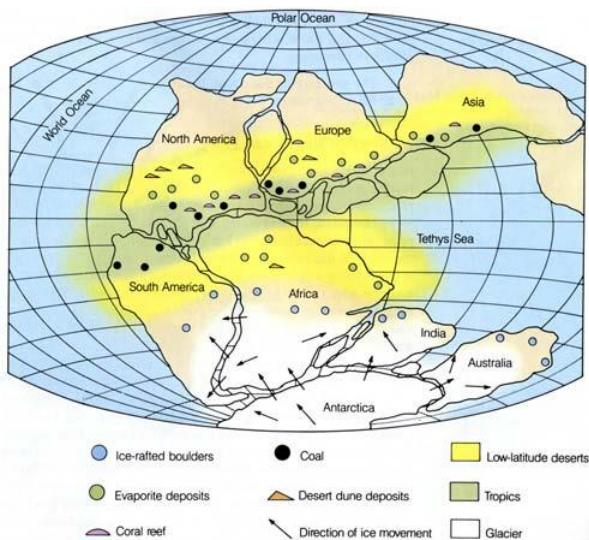
# Paleobiogeografické celky a klima

## floristické provincie:

- **provincie tropického pásu**, euroamerická flóra (Laurusie, Asie, Čína)
- **angarská provincie** (Sibiř)
- **glossopteridová provincie** (Gondwana)

## Klima

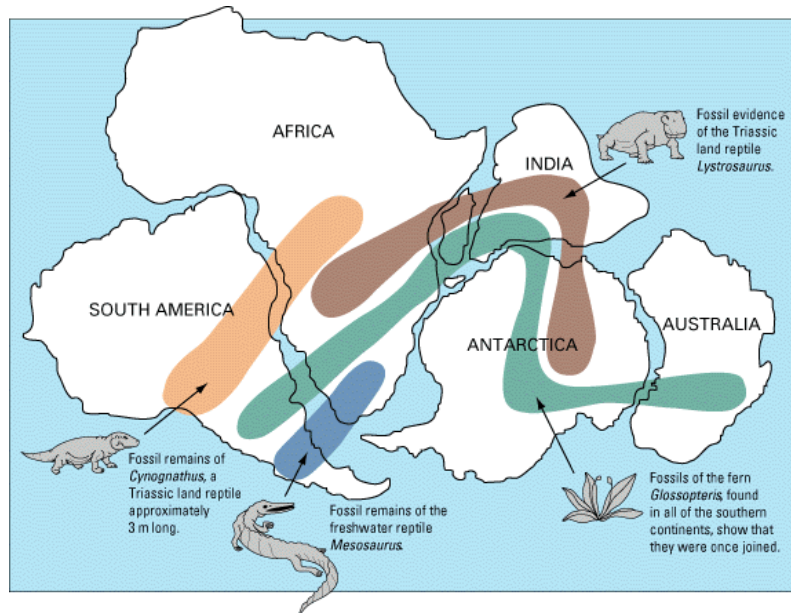
- **karbon** - ochlazení, zalednění Gondwany, chladničkový režim, cyklotémy
- **perm** - oteplení, aridní klima, klimatická zonálnost



**Palaeoenvironmental indicators** show what the climate of **Pangea** was like.

Australia for example was antarctic-like with **glaciers** dominating its southern parts.

**Coral reefs** indicate warm tropical waters, **evaporites** such as gypsum, indicate hot dry desert conditions

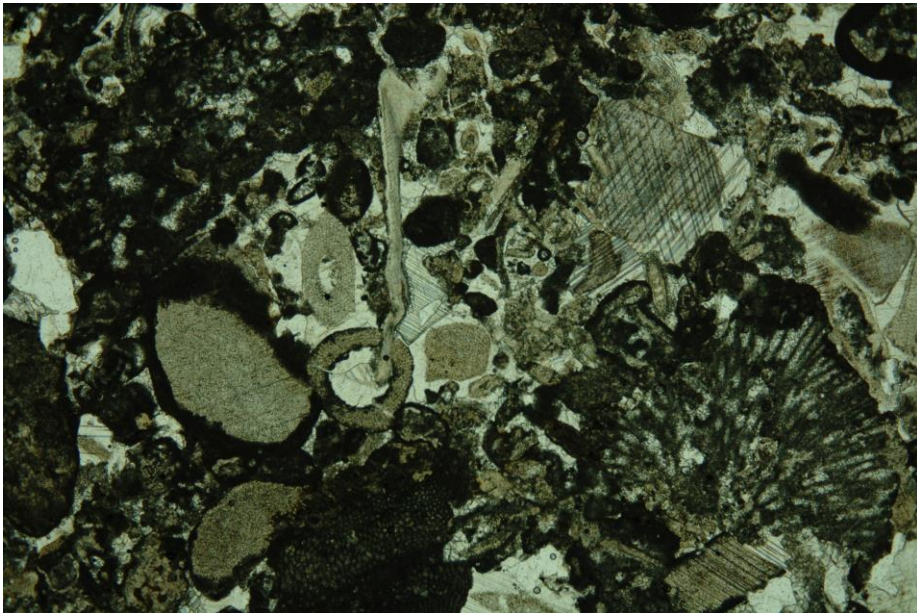


Late Paleozoic flora

Zelené řasy – rock forming importance of Dasycladaceae and Codiaceae  
Koninckopora - Viséan

Červené řasy - Corallinacea

Plankton – Acritarcha, retreat



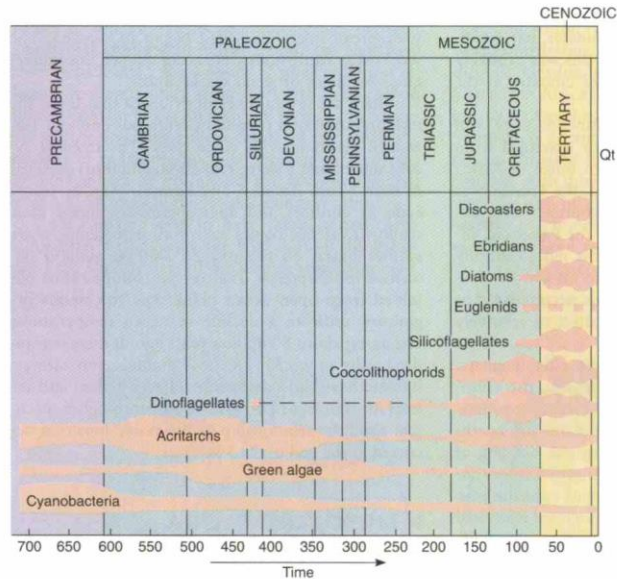


FIGURE 12-2 Geologic distribution and abundances of phytoplankton. (From Tappan, H., and Leoblich, A. R., Jr. 1970, Geol. Soc. Am. Special Paper 127:257.

## Vyšší rostliny

### Karbonské džungle

- nejvyšší patro: Sigillaria a Lepidodendron (stromové plavuně), kordaity
- spodní patra – kapradiny, semenné kapradiny a přesličky (Calamites), vzácněji konifery

### Hranice PALEOFYTIKUM / MESOFYTIKUM Spodní / svrchní perm

**Paleofytikum: převaha výtrusných rostlin**

**Mesofytikum: převaha nahosemenných rostlin (konifery: skupina Voltziales)**

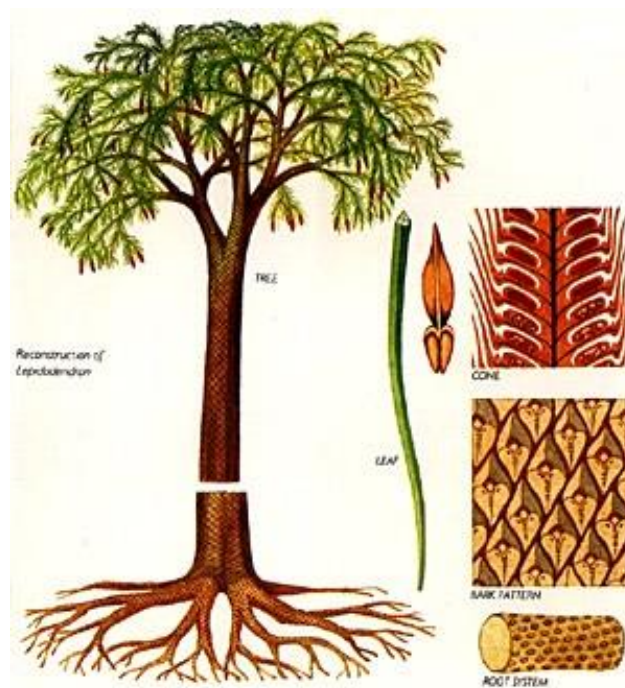
### Floristické bioprovincie.

- Glossopterisová (Gondwana, chladnomilná)
- Sibiřská bioprovincie (chladnomilná)
- Euroamerická flóra (tropická teplomilná)





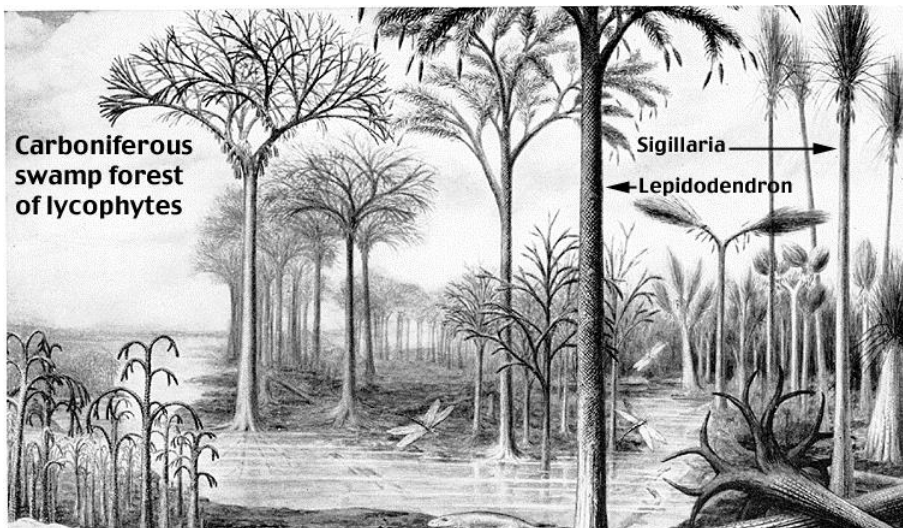
Sigillaria



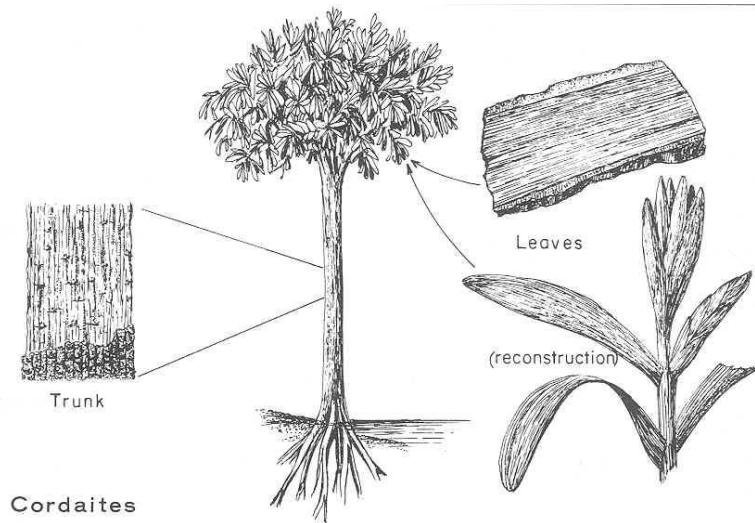
Lepidodendron



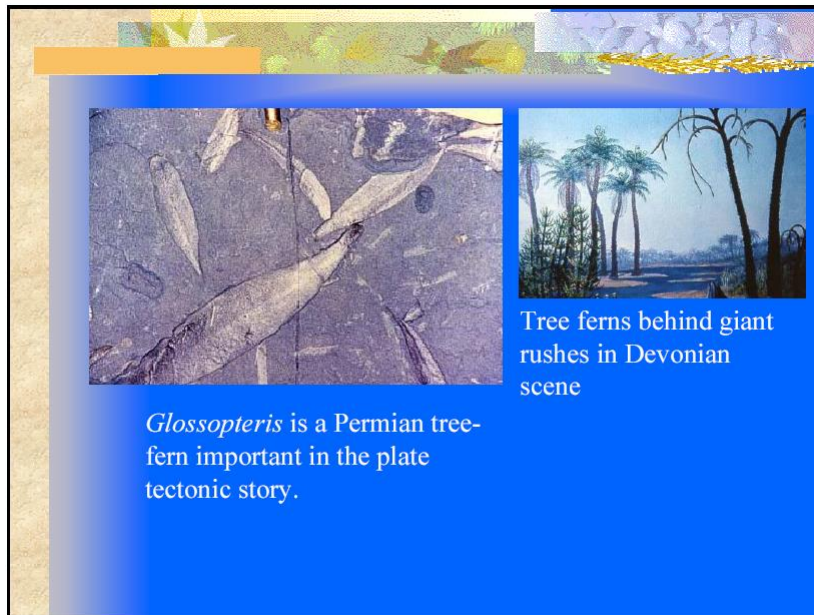
Calamites



1. **Cordaite**s were tall trees (up to 100 ft). **Seed plants**. A type of **gymnosperm**.



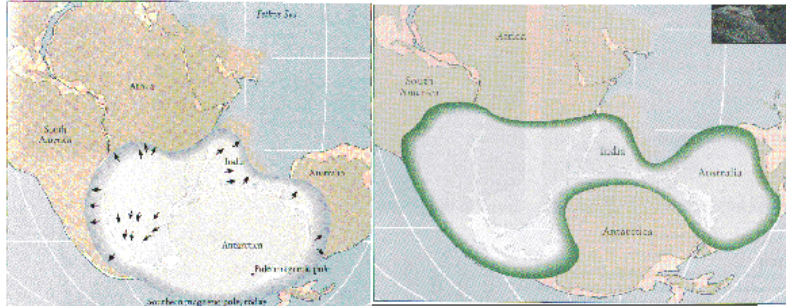
Cordaite - kordaity



Glossopteris



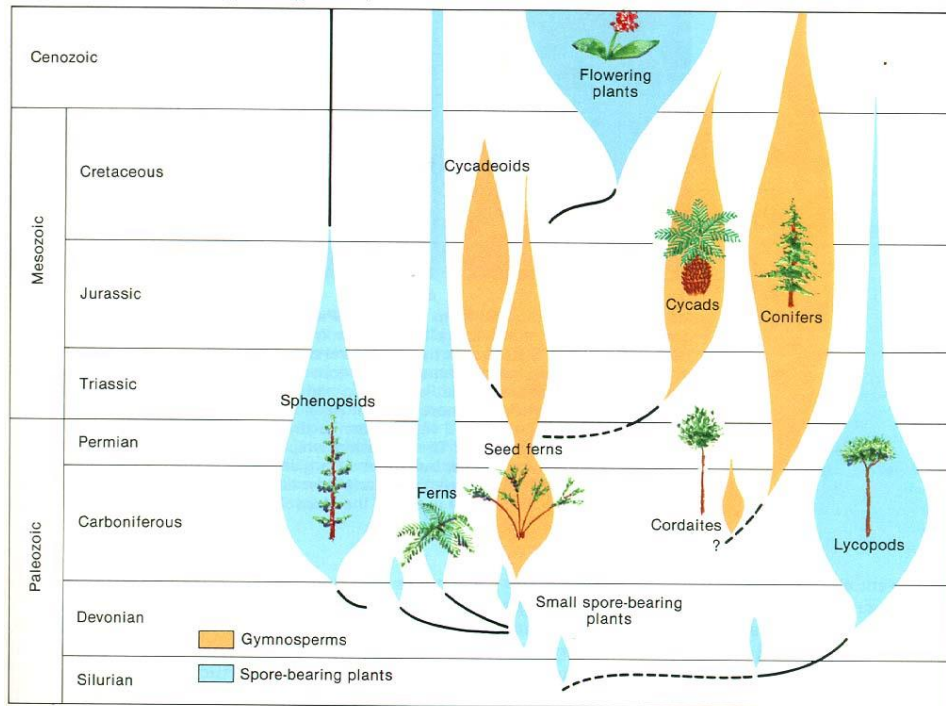
Geografické rozšíření kapradiny *Glossopteris* na jižní polokouli (Gondwana)



Left. Reconstruction of glacial coverage of *Pangea*. On all of these continents, South America, Africa, India, Australia and Antarctica, there is evidence for glacial activity. The arrows give the direction of movement. Right. Geographic extent of the Carboniferous age fossil *Glossopteris*, a fern. If the continents are all put together, its geographic extent is well explained.







## FAUNA

**Foraminifers** – endothyrid type dominate in lower Carboniferous, since upper Carboniferous dominant fusulinids. They were quite large – several cm. Rock-forming – fusulinid limestones.

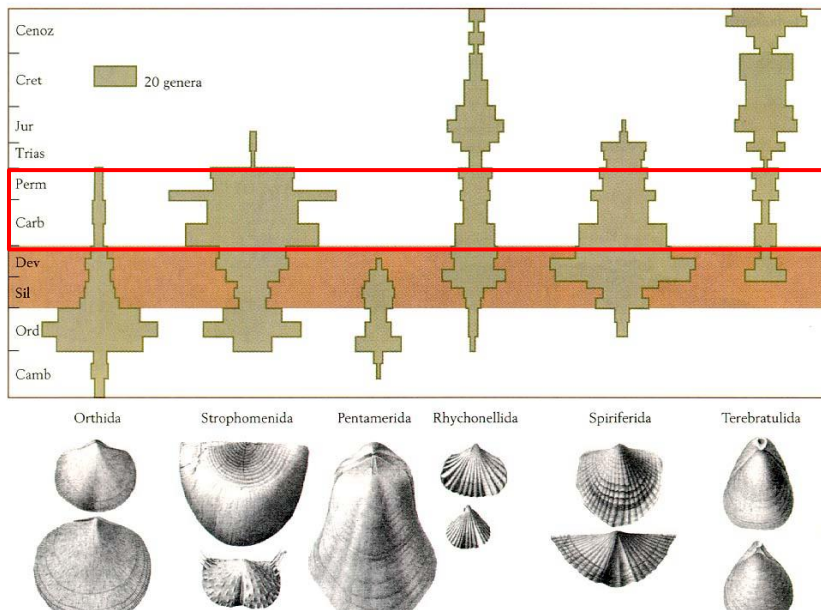
#### Fusulinid

foraminifera: *Parafusulina* sp.. Scale bar is 1 cm long.



A natural cross-section of a silicified *Stewartina* sp. fusulinid from the Lower Permian Owens Valley Group, Inyo County, California; an iron mineral called limonite has created the reddish-brown coloration of the specimen, which here reveals in splendid fashion

**Brachiopods** – decreasing diversity, Strophomenida, Productus, Gigantoproductus in Carboniferous, in Permian also thick-walled forms as *Horridonia* and *Richthofenia*



Crinoids – rock-forming significance, increasing representation of echinoids.



*Pachylocrinus  
aequalis* (Hall)  
Early  
Mississippian,  
Crawfordsville,  
Montgomery Co.,  
Indiana  
Recrystallized



- *Cyathocrinites  
multibrachiatus*  
(Lyon &  
Casseday)
- Early  
Mississippian,  
Crawfordsville,  
Montgomery Co.,  
Indiana
- Recrystallized

## Echinodermata - Crinoidea



- *Barycrinus hoveyi* (Hall)
- Early Mississippian, Crawfordsville, Montgomery Co., Indiana
- Recrystallized

### Tabulate and rugose corals - Kohlenkalk

Rugose Coral  
Location: Near Sonoita Az.  
Age: Permian



### Bryozoans-rock-forming significance

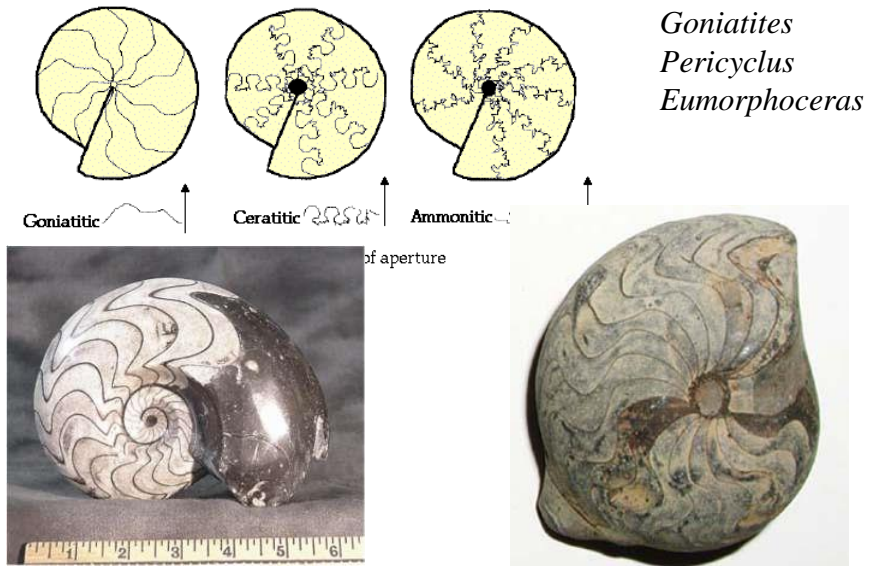
Class: Stenolaemata  
Order: Fenestrata  
Bryozoa  
Location: Near Sonoita Az.  
Age: Permian



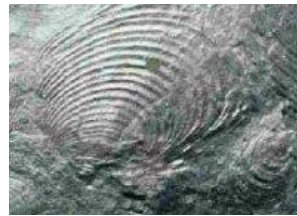


## Molluscs

Ammonites with goniatite type of suture, in upper Permian ceratite type of suture.



**Bivalves** — in Carboniferous widespread epiplanctonic groups as *Posidonia becheri*



Colonization of fresh-water environment –  
*Carbonicola*



*Carbonicola acuta*  
Laura. Westfalen A. Coll. Bart Vernooij.  
Length 2.5 cms

Gastropodi – první zástupci **Pulmonata**

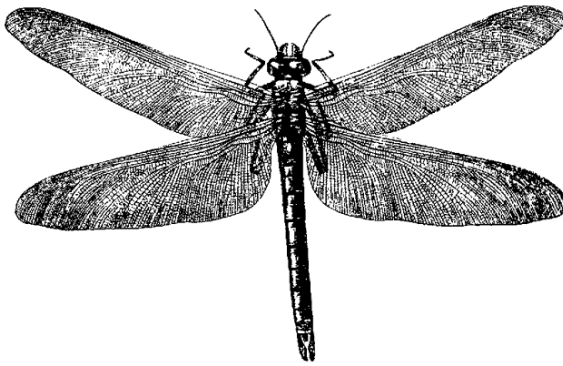
Trilobiti – Proetus, význam klesá

Mechovky (Bryozoa) – mechovkové útesy (Capitan Reef, Gualalupe Mountains, Texas)

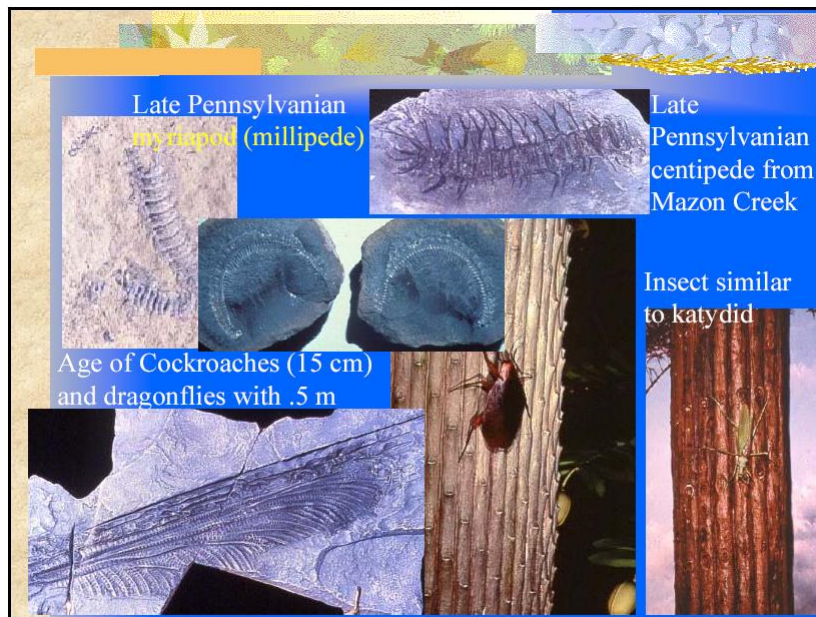
Členovci – Hmyz

Paleodictyoptera  
Neoptera

- švábi
- vážky
- stonožky
- mnohonožky



*Meganuera monyi* - order Meganisoptera  
a giant dragonfly (order [Protodonata](#))  
wingspan 60 to 75 cm  
[Carboniferous](#) of Europe.

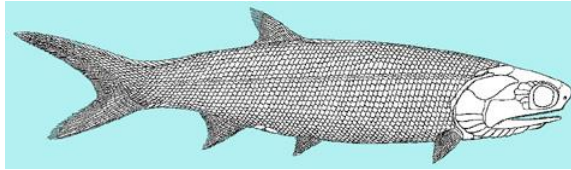


Conodonts — stratigraphically important. *Suiphonodella*, *Scaliognathus*, *Gnathodus*

Sharks — also rivers and lakes. *Xenacanthus*, *Ctenacanthus*.



Actinopterygii — predominately Chondrostei, Paleoniscida, Paleoniscus

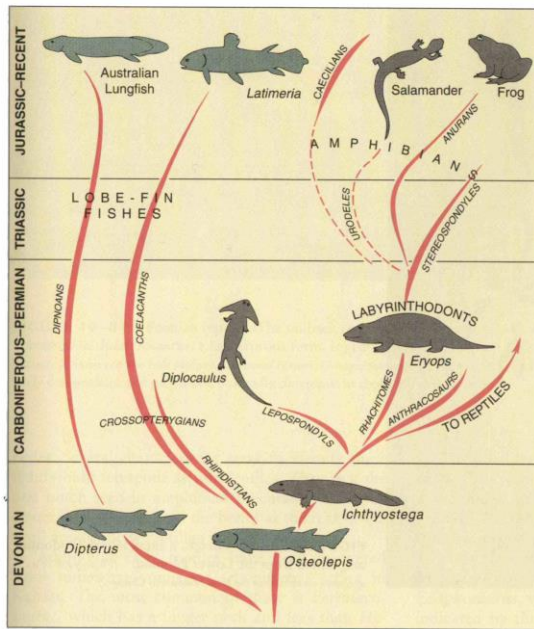


Amphibia — Stegocephali. Carboniferous — age of amphibians.



Discosauriscus

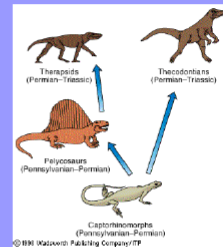




**FIGURE 10-78** The evolution of amphibians and lobe-fin fishes. (From Colbert, E. H., and Morales, M. 1991. *Evolution of the Vertebrates*, 4th ed. New York: John Wiley. With permission of the author, artist Lois Darling, and the publisher.)

## Evolution of the Reptiles - The Land is Conquered

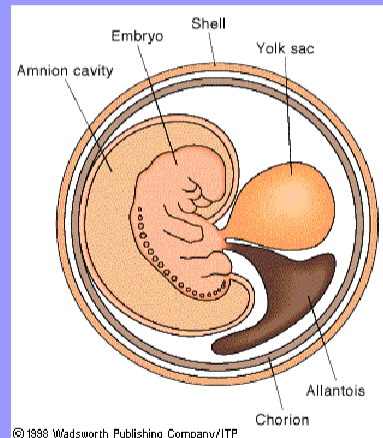
- The earliest reptiles are from the Lower Pennsylvanian
  - called protorothyrids, they were small, agile, and fed on grubs and insects
  - success due to advanced reproductive methods, more advanced jaws and teeth, and speed
  - Pelycosaurs evolved from this group and were the dominant reptile by Permian



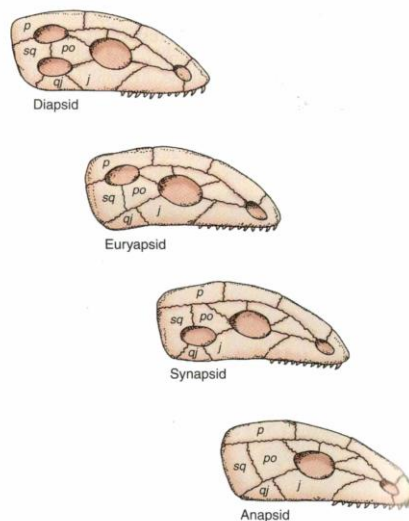
© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

## Evolution of the Reptiles - The Land is Conquered

- The evolution of the **amniote egg** freed reptiles from the constraint of returning to water to reproduce
  - amnion - liquid filled sac surrounding the embryo
  - allantois - waste sac
  - a tough shell protects the developing fetus
  - reptiles were able to colonize all parts of the land



© 1996 Wadsworth Publishing Company/ITP



**FIGURE 12-23** Reptile skull types. (*p*, parietal; *sq*, squamosal; *po*, postorbital; *j*, jugal; *qj*, quadratojugal.)

☛ In which of the above groups are dinosaurs placed?

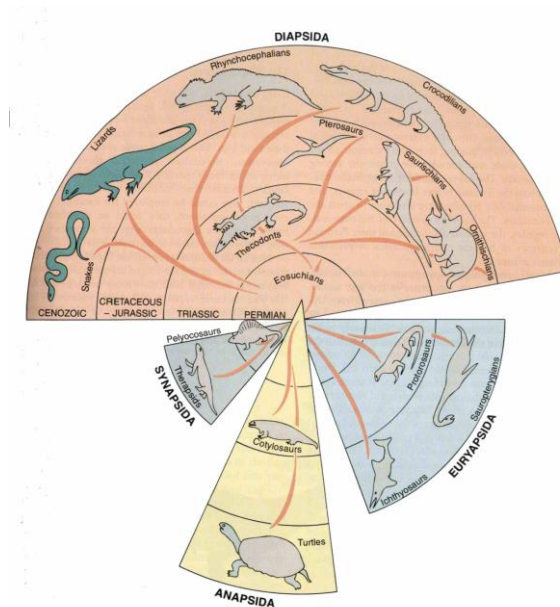
## Reptiles

Cotylosauria (anapsids) - first reptiles in middle carboniferous)

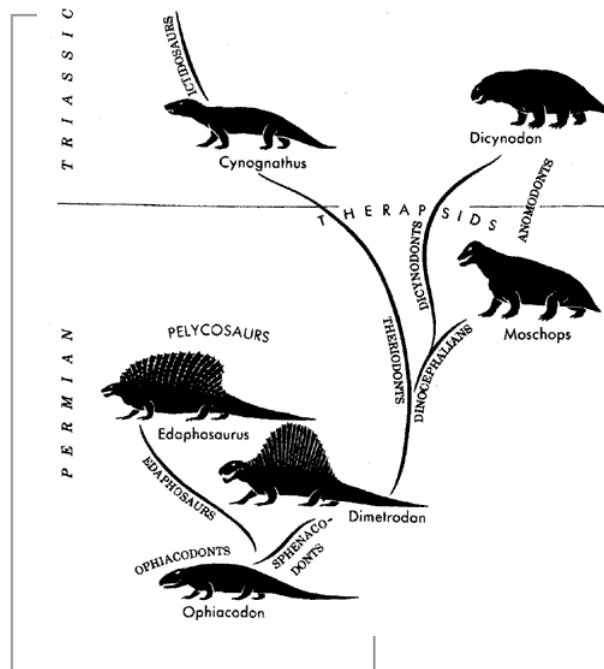
Pelycosauria mammal-like reptiles, synapsids, first in Late Carboniferous, extinct in middle Permian

Therapsida – synapsids, predecessors of mammals, middle Triassic

Notosaurs (euryapsids), Tcecodonts (diapsids) – late Permian



**FIGURE 12-24** Evolution and general classification of reptiles. In this classification, reptiles are grouped according to the position and number of temporal openings in the skull (see Fig 12-23). Anapsida have no openings. Diapsida have two, Synapsida have one located low on the skull, and Euryapsida have one located higher on the skull. Rhynchocephalians, crocodylians, pterosaurs, saurischians, ornithischians, and thecodonts are diapsids of the superorder Archosauria. (From Colbert, E. H. 1969. *Evolution of the Vertebrates*. New York: John Wiley & Sons.)



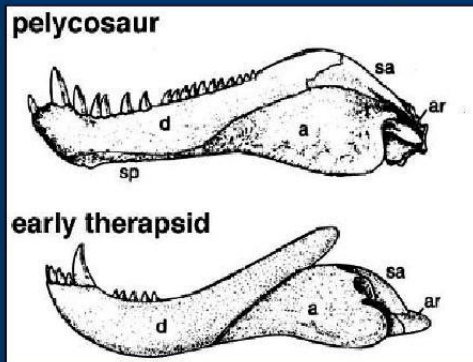


## Evolution of the Reptiles - The Land is Conquered

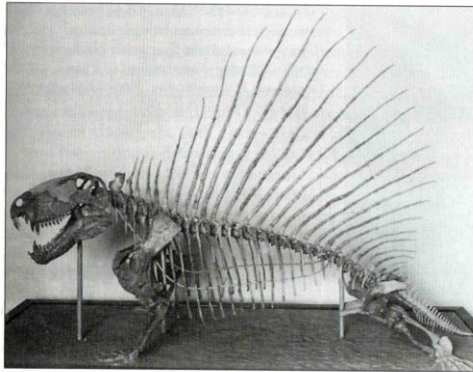
- Therapsids succeeded the pelycosaurs during the Permian
  - mammal-like reptiles that quickly evolved into herbivorous and carnivorous forms
  - they displayed fewer bones in the skull, enlargement of the lower jawbone, differentiation of the teeth, and a more vertical position of their legs
  - therapsids may have been endothermic, which may help explain their distribution over wide latitudes
- The Permian extinction eliminated about 66% of all amphibians and reptiles

### Pelycosaurs

## Pelycosaur vs. Therapsid Jaw

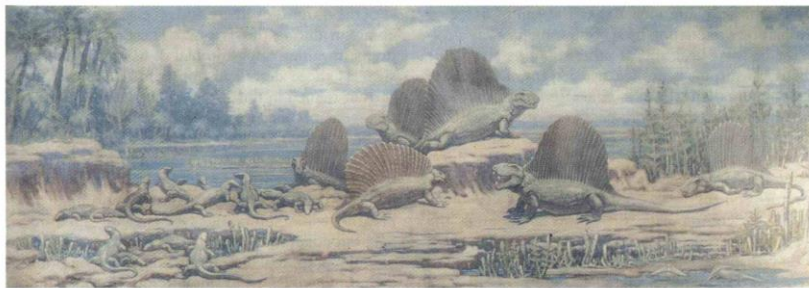


Although Therapsids resemble pelycosaurs in some ways, they had a much larger hole in the outer skull armor, flange on lower jaw for muscle attachment, and shorter heads. All these differences from pelycosaurs are related to more elaborate chewing. In addition, some had a more upright posture.



**FIGURE 10–82** Mounted skeleton of the Permian “sail-reptile” *Dimetrodon gigas*. The tail was actually somewhat longer. (Courtesy of the U. S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.)

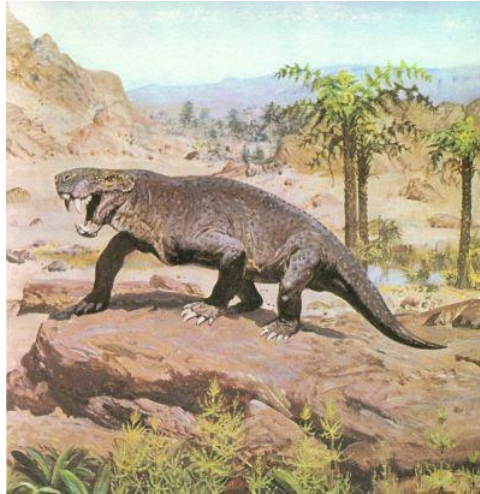
Pre-C O S D M P T J K T Q



Pre-C O S D M P T J K T Q

**FIGURE 10–81** Permian reptiles. The sailback reptiles with the larger skulls and teeth are *Dimetrodon*. *Edaphosaurus*, a herbivorous form, is just right of center. The smaller lizardlike reptiles are *Casea*. (Courtesy of The Field Museum of Natural History, Chicago; painting by C. R. Knight; Negative No. CK45T.) 🐾 Is it likely that predator and prey would peacefully congregate as depicted in this mural?

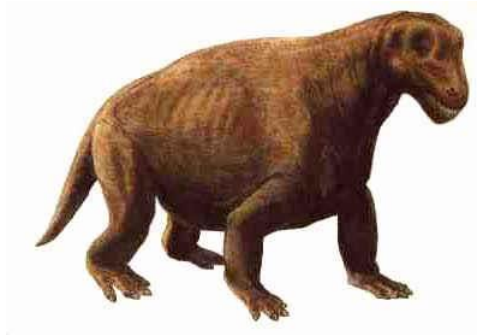
## Therapsids



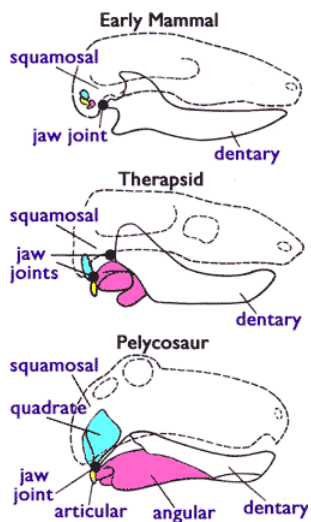
Der **Sauroctonus** wies bereits ein mächtiges, differenziertes Gebiss auf und wird eines der großen Raubtiere des Perms gewesen sein. (Werk des Künstlers Z. Burian)



The bear-sized [gorgonopsid](#) *Inostrancevia alexandri* assaulting the ox-sized armoured [pareiasaur](#) herbivore *Scutosaurus karpinski*

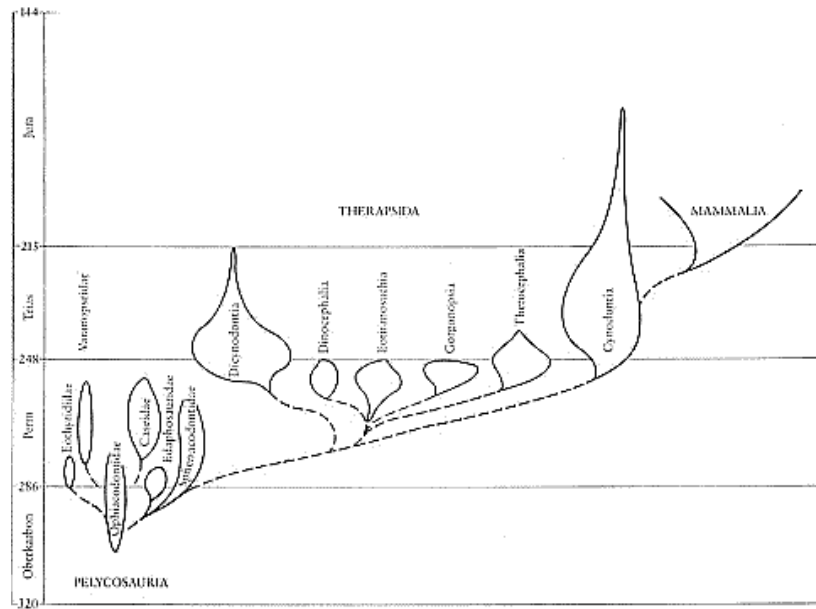


Moschops



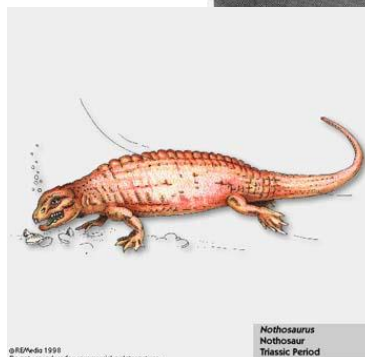
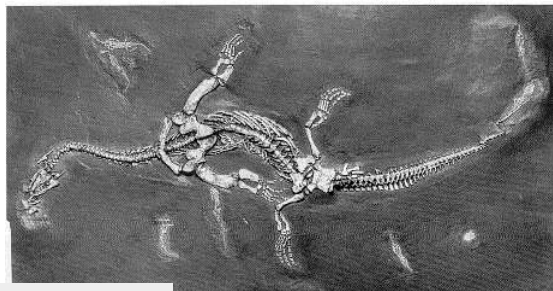
**Figure 1.4.1. The jaws of three vertebrates—mammal, therapsid, and pelycosaur.** A side view of three idealized skulls of mammals, therapsids (mammal-like reptiles), and pelycosaurs (early reptiles). The figure shows the **differences between mammal and reptilian jaws and ear-bone structures**. The jaw joint is shown as a large black dot, **the quadrate (mammalian anvil or incus)** is in turquoise, **the articular (mammalian hammer or malleus)** is in yellow, and **the angular (mammalian tympanic annulus)** is in pink. Note how, in the reptile, the jaw joint is formed between the blue quadrate and the yellow articular (with the pink angular close by), and how, in the mammal, the jaw joint is formed between the squamosal above and the dentary below. In the reptile, the squamosal is just above and contacting the quadrate. Advanced therapsids have two jaw joints: a reptile-like joint and a mammal-like joint (Figure based on Kardong 2002, pp. 275, reproduced with permission from the publisher, Copyright © 2002 McGraw-Hill)

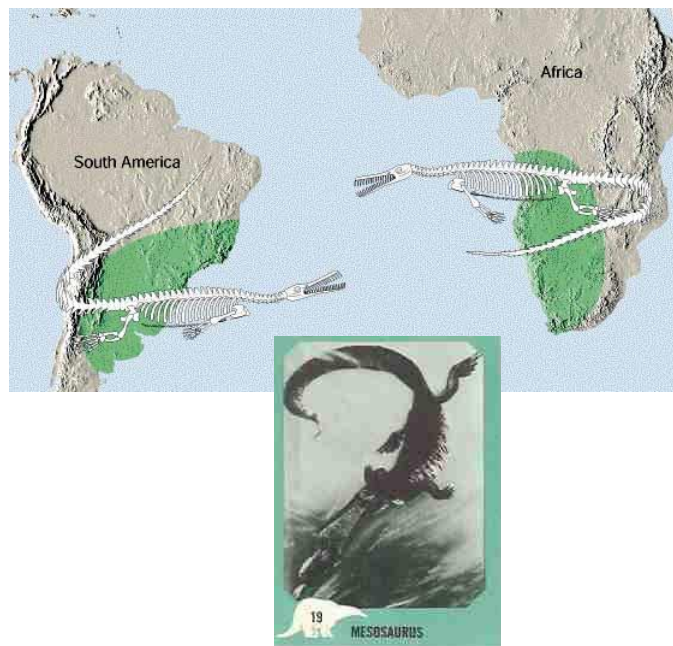




## Euryapsida

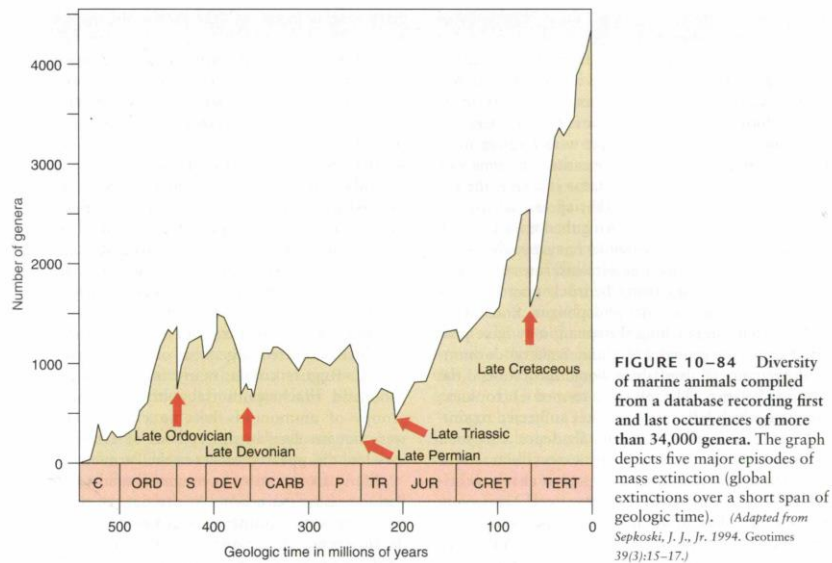
Notosaurs -





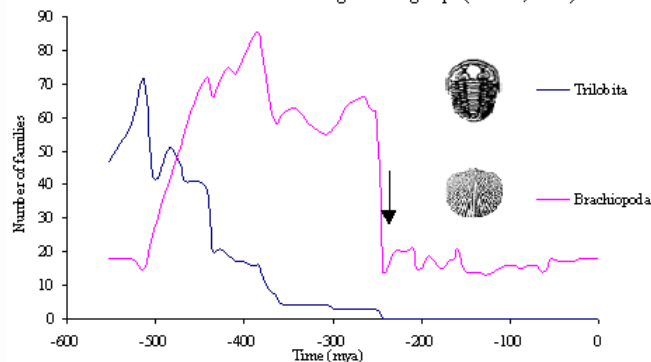
## Diapsida

A great small many insectivorous lizard-like [diapsid](#) reptiles, like *Paliguana*, inhabited the landscape, most of which, curiously, had hind-legs much longer than their forelimbs (clearly an adaptation to bipedal locomotion, like the frill-necked lizard of Australia today)



The end-Permian mass extinction event ranks as the most devastating to terrestrial faunas in the history of the Earth. Marking the end of the great Palaeozoic era, it saw to the death of about **95% of marine species and 70% of land families**. This is the most extensive extinction event ever, the closest that metazoans have come to being exterminated in the 600 million years since they first evolved in the Cambrian radiation.

Figure 4 Showing the effect of the P-T extinction, indicated with an arrow, upon the diversification levels of two organismal groups (Benton, 1993)



The **Permian mass extinction** occurred about 248 million years ago and was the greatest mass extinction ever recorded in earth history; even larger than the previously discussed Ordovician and Devonian crises and the better known End Cretaceous extinction that felled the dinosaurs. **Ninety to ninety-five percent of marine species** were eliminated as a result of this Permian event.

The primary marine and terrestrial victims included the **fusulinid foraminifera, trilobites, rugose and tabulate corals, blastoids, acanthodians, placoderms, and pelycosaurs**, which did not survive beyond the Permian boundary.

Other groups that were **substantially reduced** included the **bryozoans, brachiopods, ammonoids, sharks, bony fish, crinoids, eurypterids, ostracodes, and echinoderms**.

## ***THE PERMIAN EXTINCTION***

- ◆ At the end of the Permian period (about 245 mya), the most severe mass extinction occurred, wiping out 90-95% of marine and 70% of land species.
- ◆ Many theories of what caused this extinction have been considered:
  - **The glaciation of Gondwana**, the primary theory for the two previous mass extinctions,
  - the increased **fluctuation of global temperatures** caused by north and south pole glacier events,
  - **volcanic eruptions occurring in Siberia**, and
  - The formation of super-continent Pangaea, which possibly caused a reduction of space on the continental shelf. (However, this last theory is especially subject to criticism, because this occurred before the mass extinction did.)



## The Permian Extinction's Effects

● The main effect of this mass extinction was the increased number and variety of reptiles, both on land and in the ocean.

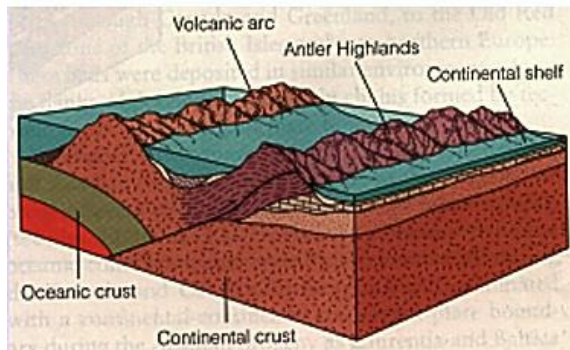
● This made way for what has been called the “age of the dinosaurs,” because it helped to wipe out competing species.



Geological development

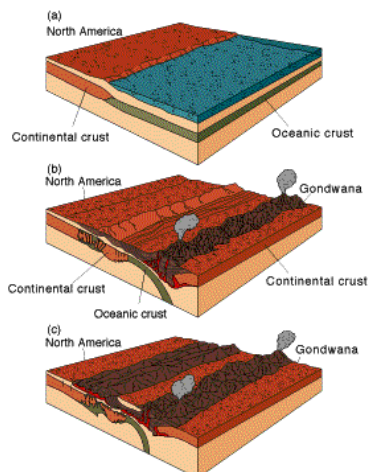
## Cordilleran Mobile Belt: **Antler Orogeny**

- The cordillera was a passive continental margin for much of the Proterozoic and Paleozoic
  - collision with an island arc took place in Early Mississippian time - the Antler orogeny
  - sediments eroded from these highlands were deposited to the east



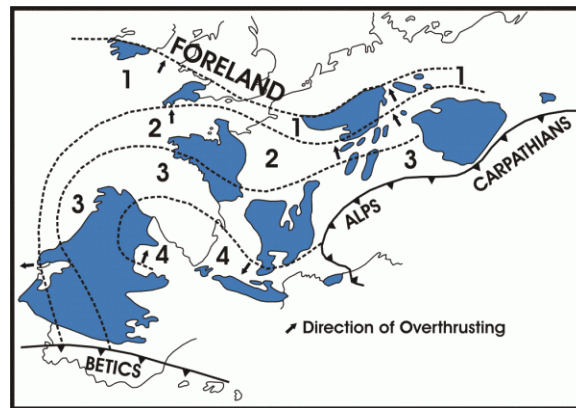
## Ouachita Mobile Belt

- Extends from the subsurface of Mississippi to Texas
  - the Ouachita Mts. and Marathon Mts. are exposed areas of shallow-water clastic and carbonate sediments deformed by compressive forces generated as Gondwana collided with Laurasia



© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

## Variský orogén v Evropě



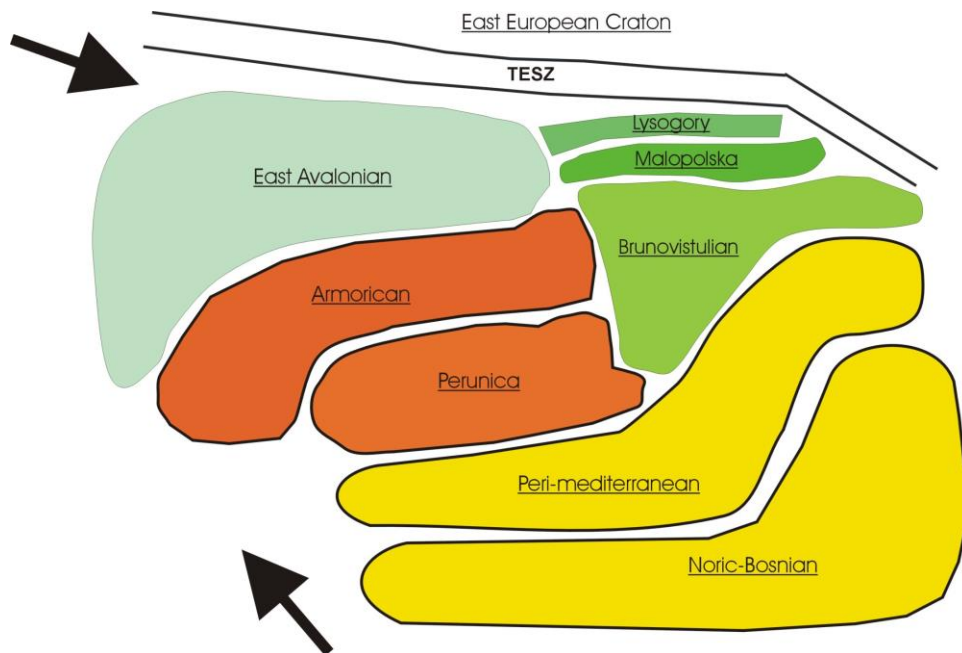
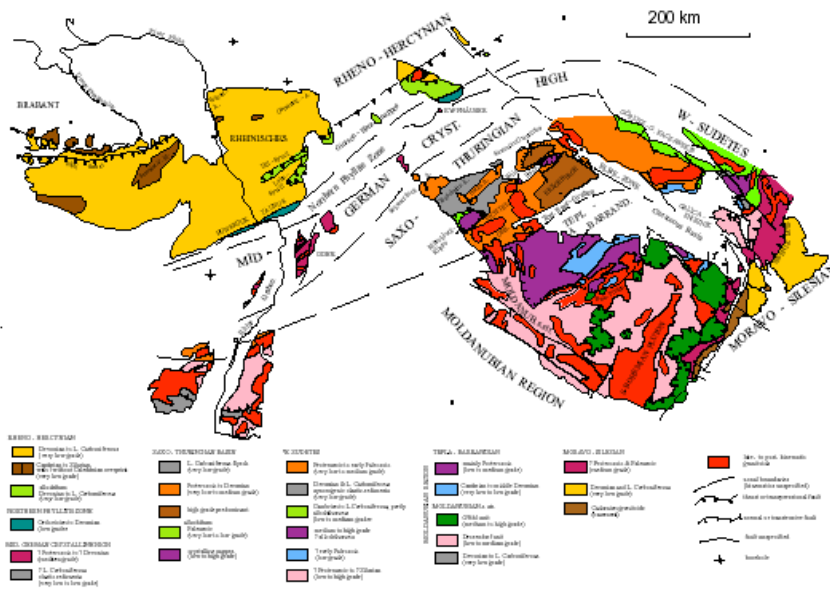
**Subvariská zóna** – dozvuky variského vrásnění – slabě zvrásněné nebo nezvrásněné sedimenty.  
Molasové paralické uhelné pánve

**1) Rhenohercynské-jihoportugalská zóna** – extenzní zóna variské kolize (devon-spod. karbon),  
Okraj Avalonie, brunovistulika, příkrovová stavba, bimodální vulkanismus, slabá  
nebo žádná metamorfóza, typický flyš (kulm)

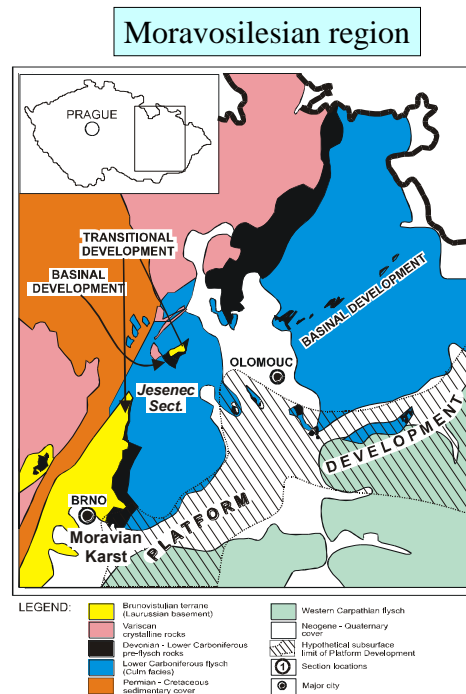
**Středoněmecký krystalinický práh** – metamorfované svrchnoproterozoické-ordovické  
sedimenty a vulkanity, původně okraj terány saxothuringika. Od rhenohercynské  
zóny oddělen fylitovou zónou

**2) Sasko-durynská zóna** – značná metamorfóza a grantizace slábnoucí k severu, postorogenní  
plutonismus. Počátek vrásnění v spodním devonu, hlavní fáze spodní karbon.  
Divolý flyš – devon-sp, karbon. Terán saxothuringika oddělen od moldanubika  
ebersdorfskou linií (litoměřický zlom), mariánskolázeňský ultrabazický komplex

**3) Moldanubická zóna** – intenzivní metamorfóza, grantizace a plutonismus. Hlavně devonské fáze  
vrásnění. Moldanubický terán (Perunica). Na západě a severu tekton. Kontakt s  
saxothuringikem, na jihu s perimediterránním teránem a na východě s brunovistulikem

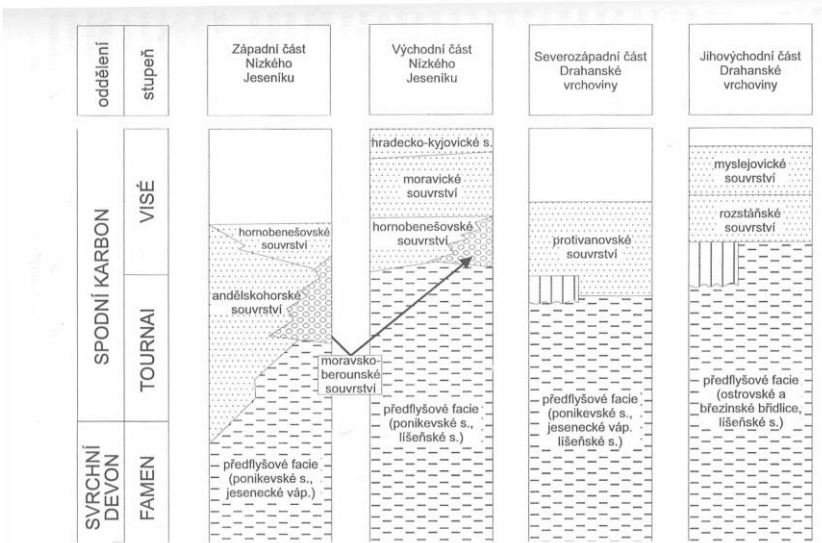




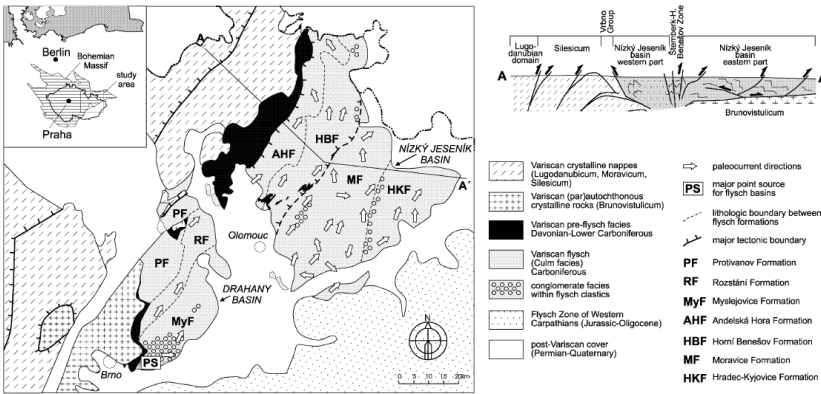


## Moravskoslezský spodní karbon

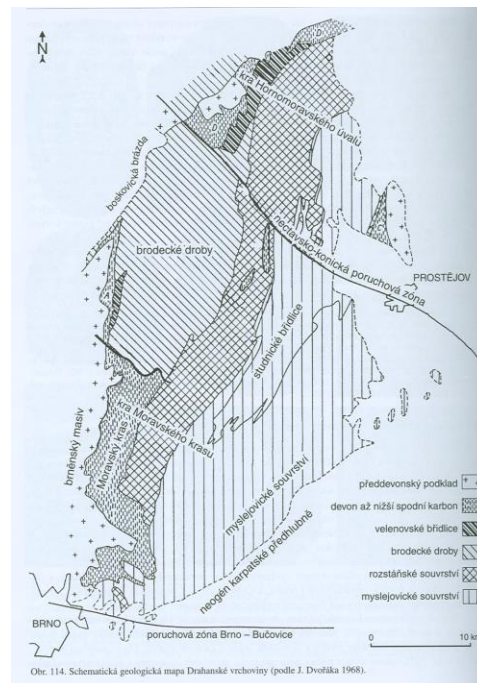
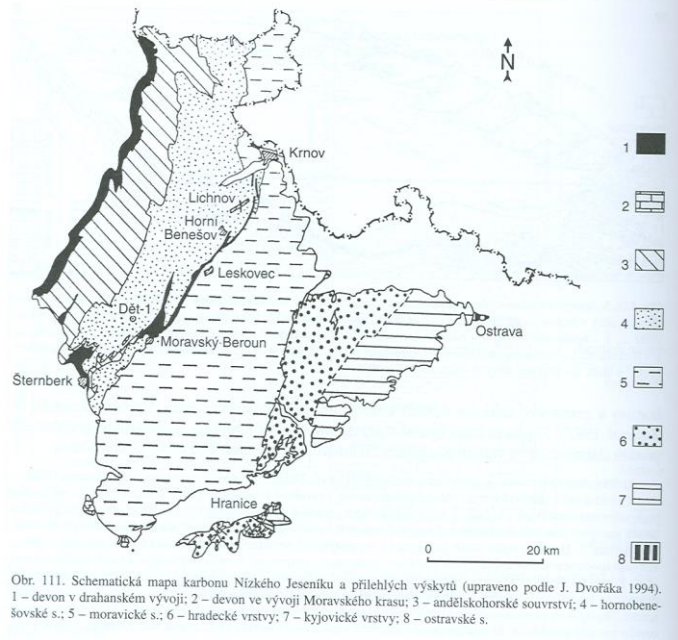
- „předflyšová sedimentace“ – pokračuje z devonu (drahanský vývoj, v. Mor. Krasu), karbonáty, břidlice, silicity
- Stáří: tournai – sv. visé
  - Lišeňské souvrství (karbonáty, vývoj Mor. Krasu)
  - Břežinské břidlice (břidlice s trilobity, vývoj Mor. Krasu)
  - Ponikevské souvrství (břidlice s radiolary, vývoj drahanský)
  - Jesenecké vápence (krinoidové vápence, vývoj drahanský)
  - Vulkanity (vývoj drahanský)
- Sedimenty kulmské facie (moravskoslezský kulm) – variský flyš – prachovce, droby, slepence, jílovce
- Stáří: sp. visé – sv. visé / namur, souhrnná mocnost až 7 km, vyplň hlubokomořské předpolní pánve, finále variské orogeneze
- Kulm Nížkého Jeseníku
  - Moravskobrounské slepence
  - Souvrství andělskohorské, hornobenešovské, moravické, hradecko-kyjovické
- Kulm Drahanské vrchoviny
  - Souvrství protivanovské, rozstáňské, myslejovické
- Kulm kry Maleníku
- Mírovský kulm
- Drobné výskyty v homomoravském úvalu



Obr. 61. Litostratigrafické členění sedimentů kulmské facie moravskoslezské oblasti, upraveno podle různých zdrojů.



## Geologická minulost České republiky



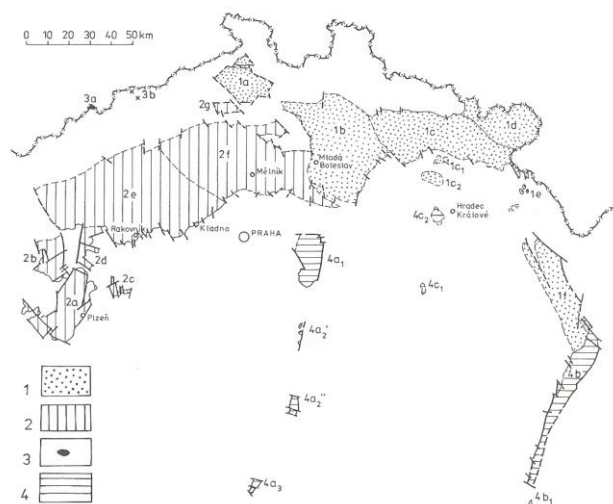
# Moravskoslezský svrchní karbon

- a) **Hornoslezská pánev** (čs. část): z hornoslezské pánve, rozkládající se mezi **Ostravou, Krakovem a městem Góry Tarnowskie**, sem patří část vymezená na Z výchozovou linií Štúrova mořského patra, na S a V je ohraničena státní hranicí, j. a jv. omezení pánve je zakryto beskydskými příkrovy. Na našem území je vyplněna sedimenty produktivního **namuru a westphalu A**. Ty jsou většinou překryty terciérním (karpatská předhlubeň) a kvartérním pokryvem. J. část pánve je zakryta křídou a terciérem beskydských příkrovů.
- b) **Němčická pánev**: Reprezentuje výskyty svrchního karbonu (**namuru**) na střední a j. Moravě, zjištěné např. u Němčiček a Popic, kde byly ve svrchní části ostravského souvrství zastiženy **černouhelné sloje**. Pánev je **zakryta uloženinami karpatské předhlubně**. Je velmi pravděpodobné, že jde o relikt karbonu k J vybíhající hornoslezské pánve.

# Limnický permokarbon

- Postorogenní pánve na povrchu českého masivu (varisky nezvrásněné)
- Svrchní karbon (westphal – perm / trias)
- Siliciklastické kontinentální sedimenty (jezerní, říční) a vulkanity
- Systémy pánví:
  - Středočeský permokarbon
  - Permokarbon brázd
  - Lužický permokarbon





## 2. Limnický svrchní karbon a perm Českého masívu

1 – sudetské mladší paleozoikum: 1a – českokamenická pánev, 1b – mnichovohradišská p., 1c – podkrkonošská p. (s výskytem na Zvičíně – 1c<sub>1</sub> a Holickém hřbetu – 1c<sub>2</sub>), 1d – vnitrosudetská p. (česká část), 1e – výskyty permu v Orlických horách, 1f – orlická pánev. 2 – středočeské a západočeské mladší paleozoikum: 2a – plzeňská pánev, 2b – manětínská p., 2c – radnická p., 2d – žihelská p., 2e – kladensko-rakovnická p., 2f – mšensko-roudnická p., 2g – výskyt u Kravaf. 3 – krušnohorské mladší paleozoikum: výskyty u Brandova (3a) a mezi Moldavou a Teplicemi (3b). 4 – mladší paleozoikum brázd: 4a – blanická brázda – 4a<sub>1</sub> s. díl (Českoobrodsko), 4a<sub>2</sub> – střední díl, 4a<sub>2</sub> – výskyty na Vlašimsku, 4a<sub>2</sub> – výskyty u Tábora, 4a<sub>3</sub> – jižní díl (u Č. Budějovic), 4b – boskovická brázda (4b<sub>1</sub> – výskyt u Miroslavi), 4c – jihlavská brázda (4c<sub>1</sub> – výskyt v Železných horách, 4c<sub>2</sub> – výskyt u Hradce Králové)

## Středočeský „permokarbon“

- a) **Plzeňská pánev:** Reprezentují ji sedimenty od westphalu B do stephanu C. Rozkládá se mezi obcemi Plasy-Heřmanova Huť a Dobřany.
- b) **Manětínská pánev:** Je vyplněna redukováným sledem westphalu D a stephanem. Leží mezi obcemi Močidla-Komárov-Čbán a Litě.
- c) **Radnická pánev:** Je budována pouze uloženinami westphalu B až D.
- d) **Žihelská pánev:** Je vyplněna uloženinami westphalu D, výjimečně též westphalu B a C a stephanu.
- e) **Kladensko-rakovnická pánev (KRP):** Pánev vyplňuje vrstevní sed westphalu, stephanu a permu. Její sedimenty pokrývají území mezi Protivcem u Žlutic-Kralupy nad Vltavou-Čížkovicemi a Roklí u Kadaně. Východní hranice KRP je konvenční a probíhá od Kralup nad Vltavou k Š podél Vltavy až k Nové Vsi a odtud k SZ přes Přestavky, Vrbičany a Čížkovice.
- f) **Mšensko-roudnická pánev:** Pánev je vyplněna sledem westphalu D (výjimečně i redukováným westphalem B a C), stephanu a permu. Mladší paleozoikum .m.r.p. je zakryto křídou, místy též terciárními sedimenty a vulkanity. Rozkládá se mezi obcemi Kralupy nad Vltavou-Milovicemi-Hrdlořezy u Mladé Boleslavi-Čížkovicemi. Rozhraní mezi roudnickou a mšenskou částí páneve probíhá od j. okraje mšensko-roudnické páneve s. od Neratovic podél Labe až k ústí Liběchovky a dále k S až k Zátyní, szo od Dubě.



## „Permokarbon“ brázdy

a) **Boskovická brázda** (ve smyslu mladší paleozoikum boskovické brázdy): Leží mezi malonínskou hrází (j. okolí Moravské Třebové) na S a Moravským Krumlovem na J; izolovaný výskyt se nalézá u Miroslavi (sv. od Znojma). Je vyplněna sedimenty **svrchního karbonu (stephanu C) a permu (autunu)**. Na menším území je mladší paleozoikum kryto sedimenty křídý a terciéru. Dílčími jednotkami jsou **rosicko-oslavanská deprese (s uhelným revírem)**, tišnovsko-kuřimský práh (elevace), boskovická deprese.

b) **Blanická brázda** (ve smyslu mladší paleozoikum blanické brázdy): Jde o nesouvislé výskyty mladšího paleozoika mezi českým Brodem na S a Českými Budějovicemi na J, seřazené do pruhu směru SSV -JJZ. Severní hranici tvoří podkřídová elevace mezi Starou Boleslaví a Nymburkem, jejíž součástí je i kounický hřbet; na J byly mladopaleozoické uloženiny prokázány nejdále k tzv. Reiningerovu zlomu u Českých Budějovic. Je vyplněna sedimenty **nejvyššího karbonu (stephanu C) a spodního permu (autunu)**. Regionálně se výskyty m.p.b.b. člení do tří částí: a) severní, s výskytem u Českého Brodu a Kostelce nad Černými lesy (plošně nejrozsáhlejší), b) střední část, s výskyty v okolí Vlašimi a Tábora, a c) jižní část, s výskytem u Českých Budějovic (s lhotickým revírem).

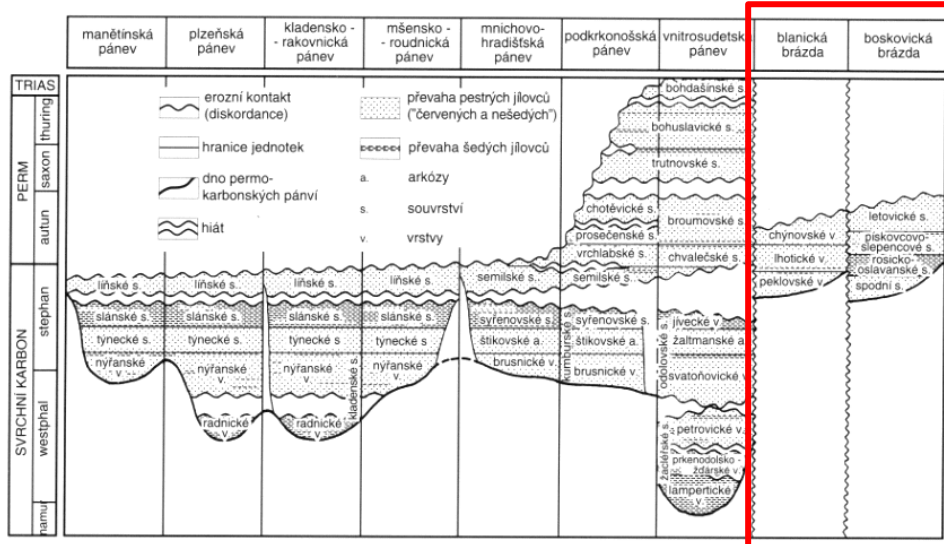
c) Výskyty mladšího paleozoika v Železných horách (lok. Kraskov, Seč) a v podloží křídý z. od Hradce Králové (lok. Žižkovce, Urbanice) jsou některými autory interpretovány jako zbytky brázdy, která se vyskytovala v území mezi z. okolím Hradce Králové a Pardubic na S a Jihlavou na J.



2. Limnický svrchní karbon a perm Českého masívu

1 – sudetské mladší paleozoikum: 1a – českokamenická pánev, 1b – mnichovohradištská p., 1c – podkrkonošská p. (s výskytem na Zvičině – 1c1 a Hořickém hřbetu – 1c2), 1d – vnitrosudetská p. (česká část), 1e – výskyty permu v Orlických horách, 1f – orlická pánev. 2 – středočeské a západočeské mladší paleozoikum: 2a – plzeňská pánev, 2b – manětínská p., 2c – radnická p., 2d – žihelská p., 2e – kladensko-rakovnická p., 2f – mlánsko-roudnická p., 2g – výskyt u Kravař. 3 – kráňohorské mladší paleozoikum: výskyty u Brandova (3a) a mezi Moldavou a Teplicemi (3b). 4 – mladší paleozoikum brázdy: 4a – blanická brázda – 4a1 s. díl (Českolobodsko), 4a2 – střední díl, 4a3: výskyty na Vlašimsku, 4a2: výskyty u Tábora, 4a3 – jižní díl (u Č. Budějovic), 4b – boskovická brázda (4b1 – výskyt u Miroslavi), 4c – jihlavská brázda (4c1 – výskyt v Železných horách, 4c2 – výskyt u Hradce Králové)

# Litostratigrafie



## Lužický „permokarbon“

- a) **Vnitrosudetská pánve** (česká část): Leží mezi krkonoško-jizerským krystalinikem na SZ, Sovími horami v Polsku na SV a Orlickými horami na N; na JZ ji omezuje hrnovsko-pofický zlom. Pánve - je vyplněna spodním a svrchním karbonem, permem a triasem. Největší část vyplně tvoří sekvence od namuru po svrchní perm. Jde o pánve s neúplnějším vrstevním sledem ze všech permokarbonských pánví Českého masivu. V nadloží leží křída polické pánve. Součástí pánve jsou začleřský, svatoňovický a hrnovský (žďárský) revír.
- b) **Podkrkonošská pánve**: Leží na j. úpatí krkonoško-jizerského krystalinika. Omezení na V je dáno hrnovsko-pofickým zlomem, na Z lužickou poruchou a rovenským zlomem, j. hranice probíhá mezi j. okolím Hořic k Jaroměři a Náchodu. Je vyplněna kontinentálními uloženinami svrchního karbonu (od westphalu C výše), permu a triasu. Její dílčí jednotkou na V je trutnovsko-náchodská deprese, vyplněná posálskými sedimenty. P. p. je na J provázána denudačními výskytmi na Hořickém hřbetu a Zvičíně.
- c) **Mnichovohradištská pánve**: Leží na Z od pánve podkrkonošské a na V od pánve mšensko-roudnické. Sedimentace v ní začala ve westphalu D a skončila ve svrchním autunu. Její vyplň, z velké části tvořená vulkanickými horninami, je převážně skryta v podloží kříd. Její z. ohraničení je současně i hranicí mezi sudetským a středočeským mladším paleozoikem; na S tvoří hranici heřmánecký granitoid, k N probíhá přes maršovicko-bezdězkou elevaci až k Jizvě s. od Mladé Boleslavi, dále na J jde k z. okraji lužické elevace. Na J je vymezena průběhem lužické elevace a jejím pokračováním k N. Na V jde hranice podél lužické poruchy a rovenského zlomu, na SZ probíhá mezi Českou Lípou a Libercem. Povrchové výskyt vystupují podél lužické poruchy s. od Turnova.
- d) **Českokamenická pánve**: Leží mezi mnichovohradištskou pánví na VN a krystalinikem Krušných hor na SZ mezi Děčínem, Cvikovem, Zákopy, Úštěkem ajv. okolím Ústí n. Labem. Je vyplněna sedimenty stephanu C a autunu. Dílčími jednotkami jsou žandovská a srbsko-kamenická deprese, jež byly nevhodně označovány jako samostatné pánve.
- e) **Orlická pánve**: Pánve, která dostala jméno podle řeky Orlice, zahrnuje sedimenty permu blíže neprokázaného stáří (patrně autun a saxon). Leží mezi trutnovsko-náchodskou depresí a výskytmi permu v Orlických horách na SZ a boskovickou brázdou na J, s níž hraničí na maloninské hrsti. Nalézá se v podhůří Orlických hor a na SZ od Dražanské vrchoviny. Na S tvoří erozní omezení linie Zamberk-Potštejn, na Z probíhá hranice od Potštejna do s. okolí Letovic; na J jde odtud k Jevíčku. Východoseverovýchodní omezení je tektonické (odtud též označován brázda) a probíhá od Zamberka k Moravské Třebové.
- f) Výskyt permu v Orlických horách: představují denudační zbytky a jsou pravděpodobně saxonského stáří. Indikují původní návaznost orlické pánve na trutnovsko-náchodskou depresi. Leží ve v. okolí Náchoda a sv. od Dobrušky.

1 – sudetské mladší paleozoikum: 1a – českokamenická pánev, 1b – mnichovohradištská p., 1c – podkrkonošská p. (8 výskytů na Zvičíně – 1c); a – horlická hřbetu – 1c2, 1d – vinnosudecká p. (česká část), 1e – výskyt permy v Orlických horách, 1f – Ofická pánev. 2 – sfedrociáda z západosetské mladší paleozoikum: 2a – plzeňská pánev, 2b – manětínská p., 2c – radnická p., 2d – žilská p., 2e – kladensko – rakovnická p., 2f – měnsko – rodnická p., 2g – výskyt u Křavč. 3 – krkonošské období mladší paleozoikum: výskyt u Brandova (3a) a mezi Moldavou a Teplicemi (3b), 4 – mladší paleozoikum brázd: 4a – blanická brázda – 4a1 s. d. (Českosobotsko), 4a2 – střední d. 4a3: výskyt na Vlašimsku, 4a4: výskyt u Tábora, 4a5 – jižní d. (u Č. Budějovic), 4b – boskovická brázda (4b1 – výskyt u Miroslavi, 4c – jihlavská brázda (4c1 – výskyt v Želčezých horách, 4c2 – výskyt u Hradce Králové).

		manětínská pánev	plzeňská pánev	kladensko - rakovnícká pánev	mšensko - roudnická pánev	mnichovo- hradištská pánev	podkrkonošská pánev	vnitrosudetská pánev	blaniická brázda	boskovická brázda
TRIAS	thuring	erozní kontakt (diskordance) převaha pestrých jílovců ("červeno- žlutých a nešedých")					bošhašinské s. bohulavické s. trutnovské s.			
	saxon	hranice jednotek převaha šedých jílovců					chotěvické s. prosečenské s. vrchlabské s.			
	autun	dno permo- karbonských pánví hiát					semilské s. semilské s. syřenovské s. štikovské a. brusnické v.		chýnovské v. ihotické v. jeřabíkové v. letovické s. písekovo- slepencové s. rosicko- oslavanské s. spodní s.	
	stephan	lišské s. slánské s. tynecké s. nyřánské v. radnické v.					semilské s. syřenovské s. štikovské a. brusnické v.		chýnovské v. ihotické v. jeřabíkové v. letovické s. písekovo- slepencové s. rosicko- oslavanské s. spodní s.	
SVRČNÍ KARBON	westphal	lišské s. slánské s. tynecké s. nyřánské v. radnické v.					semilské s. syřenovské s. štikovské a. brusnické v.		chýnovské v. ihotické v. jeřabíkové v. letovické s. písekovo- slepencové s. rosicko- oslavanské s. spodní s.	
	namur	lišské s. slánské s. tynecké s. nyřánské v. radnické v.					semilské s. syřenovské s. štikovské a. brusnické v.		chýnovské v. ihotické v. jeřabíkové v. letovické s. písekovo- slepencové s. rosicko- oslavanské s. spodní s.	





Obr. 7.9 Povrchová těžba sloje lampertických vrstev - Žacléř. Foto J. Jirásek.